UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE
ANATOMISCHE STRUCTUR
DER
GRAMINEENBLÄTTER
IN IHREM
VERHÄLTNISS ZU STANDORT UND KLIMA
MIT DEM
VERSUCHE EINER AUF DIESELBE BEGRÜNDETEN
GRUPPIRUNG DER GRAMINEEN.

INAUGURAL-DISSERTATION
DER
HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT
DER
UNIVERSITÄT LEIPZIG
ZUR
ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE
VORGELEGT
VON

HEINRICH EDMUND MAX GÜNTZ
AUS THONBERG.

LEIPZIG.
DRUCK DER ROSSBERG'SCHEN BUCHDRUCKEREI.
1886.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

ANATOMISCHE STRUCTUR

DER

GRAMINEENBLÄTTER

IN IHREM

VERHÄLTNISS ZU STANDORT UND KLIMA

MIT DEM

VERSUCHE EINER AUF DIESELBE BEGRÜNDETEN
GRUPPIRUNG DER GRAMINEEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT

VON

HEINRICH EDMUND MAX GÜNTZ
AUS THONBERG.

LEIPZIG.
DRUCK DER ROSSBERG'SCHEN BUCHDRUCKEREI.
1886.

BIBLIOTHEEK
RIJKS
UNIV.
LEIDEN

Seinem

geliebten Vater

Herrn

Dr. med. Theobald Güntz,

Director der Privat-Irren-Heil- und Pflege-Anstalt Thonberg bei Leipzig, Ritter I. Cl. des Königl. Sächs. Albrechtordens, Inhaber des Erinnerungskreuzes für 1870/71, Mitglied verschiedener wissenschaftl. Gesellschaften etc. etc.

in

dankbarer Liebe

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545817_0215

Einleitung.

Die Frage nach den Beziehungen der Pflanze zum Medium, in welchem sie lebt, hat in neuerer Zeit vielfach zu diesbezüglichen Untersuchungen angeregt. Auch die folgende Arbeit soll zur Lösung derselben einen Beitrag liefern, wenn sie sich mit der Untersuchung über das Verhältniss der anatomischen Structur der Laubblätter der Gramineen zu Klima und Standort beschäftigt und eine auf dieselbe sich gründende Gruppirung der Gräser im Allgemeinen versucht. Uebrigens dürften sich gerade diese wegen ihrer Verbreitung über alle Zonen der Erde hierzu besonders eignen.

Das zu diesem Zwecke untersuchte Material wurde mir aus dem botanischen Garten und dem Universitätsherbarium in Leipzig in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt, wofür mir auch an dieser Stelle der wärmste Dank auszusprechen erlaubt sei. Bei der Untersuchung strebte ich danach, soweit es mir möglich war, von jeder Tribus und Subtribus der Bentham- und Hooker'schen[1]) Eintheilung, die ich ich dabei zu Grunde legte, wenigstens einen Repräsentanten zu bekommen, was mir denn auch gelungen ist. Natürlich wurden von vielen Tribus mehrere Genera und öfter verschiedene Spezies desselben Genus geprüft und ergaben gerade die letzteren manche interessante Resultate.

Schliesslich möchte ich noch die Abhandlungen von Duval Jouve: Étude anatomique de quelques Graminées et en par-

[1]) Bentham und Hooker, Genera plantarum vol. III, pars 2 pag. 1074 ff.

ticulier des Agropyrum de l'Hérault,[2]) und Histotaxie des feuilles des Graminées,[3]) sowie die Monographia Festucarum europaearum von Ed. Hackel, auf die ich öfter Bezug nehmen muss, erwähnen. Für die klimatischen Verhältnisse wurde A. Grisebach's Werk „Die Vegetation der Erde" zu Grunde gelegt, während die Bezeichnungen des Standortes für die einzelnen Pflanzen besonders aus Boissier, Flora orientalis, Martius, Flora brasiliensis, Wagner, Deutsche Flora, Koch, Synopsis der deutschen und schweizer Flora und einigen anderen entnommen wurde, die später noch aufzuführen sind. Benutzt wurden ausserdem Kunth, enumeratio plantarum I, Steudel, Synopsis plantarum glumacearum I, Schwendener das mechanische Prinzip im Bau der Monokotylen, sowie mehrere Specialarbeiten, welche an den betreffenden Stellen genauere Erwähnung finden sollen.

---

[2]) Im Bulletin de la Société botanique de France, tome XVII (1870), revue bibliographique pag. 155 ff.

[3]) In den Annales des sciences nat. Serie VI, Band 1, 1875.

I. Anatomische Structur und ihre Beziehung zu Klima und Standort.

1. Gesammtform.

Ueberblicken wir die Laubblätter der Gramineen im Allgemeinen, so werden uns, abgesehen von der Unterscheidung in lanzettliche, lineale u. s. w., wie wir sie in den Floren zur Bestimmung angegeben finden, besonders zwei Punkte ins Auge fallen, die hier von Interesse sind, nämlich die verschiedene Stellung der Blätter zum Horizont und der Unterschied von flachen und gefalteten Blättern im Allgemeinen.

In vielen Fällen ist die Stellung der Grasblätter zum Horizont eine annähernd senkrechte, ein Umstand, welcher in erster Linie durch den engen Stand der einzelnen Graspflanzen sowie ihre reichliche Blattbildung bedingt wird, da ja den dicht neben einander aufsprossenden Blättern kein Raum zu einer dem Horizont mehr parallellaufenden Stellung geboten wird. Sie müssen also unter solchen Verhältnissen in senkrechter Lage bleiben. Hierher gehören rasenbildende Arten mit verhältnissmässig wenig Halmen (Poa pratensis *L.*, Poa nemoralis *L.*) und Steppengräser oder Bewohner trockener Standorte wie Stipa, Aristida, Macrochloa, Festuca glauca *Schrad.* u. A. Für diese zuletzt genannten Gramineen kann man diese Stellung der Blätter wohl als ein Anpassungsmittel an das Klima ansehen; denn die Sonnenstrahlen, die hier nur flach auftreffen und in Folge dessen sehr an Kraft verlieren, werden eine bedeutend geringere Transpiration hervorzurufen vermögen, als wenn sie senkrecht einfielen. Dazu sind ja auch die Steppengrässer auf geringe Wasserzufuhr angewiesen und leben in einer Atmosphäre, die

schon wegen ihres geringen Gehaltes an Wasserdampf die Transpiration steigern muss. Kein Wunder also, dass ihre Blätter möglichst senkrecht zum Horizont gestellt sind.[4])

Anders ist es bei den Bambusen und vielen halmreichen Gramineen (Avena distichophylla *Vill.*, Arrhenatherum elatius *M. u. K.*, Poa compressa *L.*, Poa caesia *Smith*, u. A.). Sie besitzen reichliche annähernd horizontal gestellte Blattorgane, deren eine Seite von den einfallenden Wärmestrahlen der Sonne fast senkrecht getroffen wird. Dass nun zunächst die Blätter der Bambusen trotz dieser im Vergleich zu der oben erwähnten weniger geschützten Stellung auch vor zu grosser Transpiration bewahrt bleiben, verdanken sie ihrer stark kutikularisirten Epidermis, ihrem Wachsüberzug und vor Allem dem Umstande, dass ihre Spaltöffnungen an der Unterseite des Blattes liegen. Hinsichtlich der horizontalgestellten Halmblätter der anderen hierher gehörenden Gräser lässt sich die Bemerkung machen, dass sie entweder durch Drehung ihre Blattflächen umkehren und die mit stärker kutikularisirter Epidermis und weniger Stomatis versehene Unterseite nach oben wenden können, oder dass sie wo dies weniger der Fall ist, auf der Oberseite durch Wachsbelege reichlich geschützt sind. So zeigten z. B. die horizontalstehenden Halmblätter von Poa compressa *L.* und Poa caesia *Smith* starken Wachsüberzug, dagegen die vertikalgestellten von Poa pratensis *L.* und Poa nemoralis *L.* keine solche Bedeckung; letztere sind eben durch ihre Stellung schon mehr geschützt. Die Thatsache ferner, dass horizontalgestellte Blätter des Halmes in der Regel eher welk werden, als die unteren verticalstehenden, werden wir ebenfalls aus der verschiedenen Stellung der Blätter, zum Einfallswinkel der Sonnenstrahlen erklären können.

Dieser Stellungsverschiedenheit entspricht oft auch die Gesammtform der Blätter insofern, als die flachen häufig horizontal, die gefalteten senkrecht zum Horizont stehen. Was nun die ersteren anlangt, so gehören zu ihnen verschiedene Formen von den

---

[4]) Aehnliche Anpassungen anderer Pflanzen erwähnt unter Anderen Tschirch, „Ueber einige Beziehungen des anatom. Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort“ pag. 157 ff.

ganz glatten, wie sie Fig. 12 und 18 aufweisen, bis zu den rinnig vertieften, die bald nur auf der Oberseite (Fig. 6), bald beiderseits (Fig. 10) Rinnen zeigen. Eigen ist ihnen eine meist deutlich ausgeprägte Mittelrippe (Fig. 1, 5, 12) und ihre unter den gewöhnlichen Verhältnissen, d. h. wenn ihnen die nöthige Feuchtigkeit geboten wird, flach ausgebreitete Gestalt. Die gefaltete Form dagegen umfasst Blätter, wie sie Fig. 3 und 15 im Querschnitt darstellen, sie sind an der Oberseite bald glatt (Fig. 3), bald tiefrinnig (Fig. 15), erscheinen, da sie meist geschlossen sind, borstenförmig und stehen senkrecht zum Horizont. Uebrigens lassen sich diese beiden Gruppen nicht ganz streng scheiden, indem manche Uebergangsformen vorhanden sind, bei denen es schwankend ist, welcher von beiden man sie zuzählen soll. Es dürfte nun nahe liegen diese allgemeinen Formen mit klimatischen und Standortsverhältnissen in Beziehung zu bringen; ob aber dies möglich und wie weit es berechtigt ist, darüber mögen die folgenden Tabellen einigen Aufschluss geben.

Tabelle über allgemeine Blattform.

I. Gramineen mit flachen Laubblättern.

Name.	Standort.
1. Panicum virgatum *Mich.*	on viver sides ... *Prsh.*[5])
2. Coix lacryma *L.*	in locis nemorosis ... *Miq.*[5])
3. Saccharum officinarum *L.*	liebt Feuchtigkeit.
4. Molinia coerulea *Moench*	hab. in pratis locisque sylvaticis ... *Bs.*[6])
5. Phleum pratense *L.*	auf Wiesen ... *Wg.*[6])
6. Milium effusum *L.*	hab. in umbrosis et sylvis ... *Bs.*

[5]) Prsh = Pursh, Flora Americae septentrionalis; Miq = Miquel, Flora Indiae Batavae.

[6]) Bs. = Boissier, Flora orientalis; Wg = Wagner, Deutsche Flora 2. Aufl. von A. Garcke.

Name.	Standort.
7. Glyceria spectabilis *M. et Koch.*	am Rande stehender Gewässer ... *Wg.*
8. Poa pratensis *L.*	hab in pratis ... *Bs.*
9. Poa compressa *L.*	hab. in siccis ad vias ... *Bs.*
10. Sesleria elongata *Host.*	hab. in siccis et rupestribus ... *Bs.*

II. Gramineen mit gefalteten Laubblättern.

Name.	Standort.
1. Aristida pungens *Desf.*	hab. in dessertis Egypti ... *Bs.*
2. Stipa capillata *L.*	hab. in siccis montosis ... *Bs.*
3. Stipa pennata *L.*	hab. in siccis apricis ... *Bs.*
4. Lygeum Spartum *Loefl.*	hab. in argillosis et arenosis maritinis ... *Bs.*
5. Nardus stricta *L.*	hab. in pratis siccis alpinis ... *Bs.*
6. Aira flexuosa *L.*	auf trocknen Bergweiden ... *Wg.*
7. Festuca glauca *Schrad.*	crescit praecipue in locis rupestribus ... *H.*[6])
8. Festuca ovina *L.*	auf trocknen Stellen, Bergweiden ... *Wg.*
9. Festuca rubra *L.*	Wiesen, Triften, Sandfelder ... *Koch.*[6])
10 Psamma arenaria *R. et S.*	an sandigen Orten am Meeresstrande ... *Koch.*

Aus vorstehender Zusammenstellung ergiebt sich, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen der allgemeinen Blattform und klimatischen Verhältnissen nicht zu verkennen ist, da ja die sub II genannten gefalteten Laubblätter Gramineen trockner Standorte angehören, während die sub I, 1—8 aufgezählten

[6]) H = Hackel, Monographia Fest. europ.; Koch = Koch, Synopsis.

flachen Blattorgane den Wiesen-, Wald- und überhaupt Feuchtigkeitsliebenden Gräsern eigen sind. Dass wir aber bei Rückschlüssen aus der allgemeinen Form der Blätter auf den Standort eines Grases vorsichtig zu Werke gehen müssen, dafür sprechen I, 9 und 10, zwei Gramineen, welche trotz ihrer flachen Blätter, doch „in siccis“ leben, sowie zahlreiche Uebergangsformen, bei denen die Merkmale der beiden Klassen nicht so klar hervortreten, als bei den oben aufgezählten. Ebenso wird die blosse Oberflächenbeschaffenheit keine sicheren Folgerungen gestatten, da sich ja sowohl glatte als auch rinnig vertiefte Blätter in beiden Gruppen (I u. II) finden. Man kann nun zwar in der rinnigen Vertiefung der Blattfläche insofern eine Anpassung an Klima und Standort sehen, als sie ein willkommenes Mittel darbietet die Spaltöffnungen durch Anbringung an den Seiten dieser Rinnen zu schützen, und die Einrollungsbewegung der Blätter wesentlich erleichtern wird; aber daraus folgern zu wollen, dass alle so beschaffenen Blätter auch Gräsern derselben Standorte in Bezug auf Feuchtigkeits- und Beleuchtungsverhältnisse angehörten, würde zu manchen Fehlschlüssen führen. Vielmehr zeigen z. B. Agrostis canina *L.*, Deschampsia caespitosa *Beauv.*, Cornucopiae cucullatum *L.* und *A.* eine tiefrinnige Blattoberseite, obgleich sie Bewohner schattiger und feuchter Stellen sind.

Nach dieser bisher mehr morphologischen Betrachtungsweise wird es angebracht sein, näher auf die anatomische Untersuchung der verschiedenen Gewebearten einzugehen.

2. Hautgewebe.

Die Epidermis der Gramineenblätter besteht aus einer Schicht chlorophyllfreier Zellen; denn das farblose Gewebe, welches wir oft direkt an dieselbe angrenzend finden und von Westermaier[7]) den Namen „subepidermales Wassergewebe“ erhalten hat, gehört zum Parenchym, da es bei den Gräsern

[7]) „Ueber Bau und Funktion des pflanzlichen Hautgewebesystems.“ in Pringsheim's Jahrb. Bd. XIV, Heft 1 pag. 43 ff.

nach den Angaben Haberlandt's [8]) durch entsprechende Ausbildung einiger Zelllagen des Grundmeristems sich entwickelt. Auch de Bary [9]) zählt es zum dünnwandigen Parenchym. Es mag daher dieses Gewebe, da es seiner wasserspeichernden Funktion nach mit der Epidermis in naher Beziehung steht, entwicklungsgeschichtlich aber dem Parenchym angehört, in einem besonderen Abschnitte besprochen werden. Betrachten wir also hier nur die einschichtige Epidermis. Da nun dieses Gewebe des Blattes am weitesten nach aussen gelegen und für den Verkehr mit der umgebenden Atmosphäre von grosser Bedeutung ist, so darf es uns nicht Wunder nehmen, wenn wir gerade hier manche Veränderungen wahrnehmen können, die mit klimatischen Verhältnissen im engsten Zusammenhang stehen.

Zunächst muss die verschiedene Verdickung und Cutikularisirung an der Aussenseite der Epidermiszellen auffallen, welche, wie Haberlandt [10]) bemerkt, eine doppelte Bedeutung hat, indem sie erstens eine Einschränkung der Transpiration bewirkt, wozu zweitens eine rein mechanische Leistung kommt, welche in der Erhöhung der Festigkeit der Epidermis besteht. Folgende Zusammenstellung möge hierfür einige Beispiele bieten.

Tabelle über Verdickung der Epidermiszellen.

Name.	Grad der Verd.	Standort.	Veg. Dauer
1. Aristida pungens *Desf.*	st.[11])	hab. in desertis Egypti ... *Bs.*	♃
2. Stipa capillata *L.*	st.	hab. in siccis montosis ... *Bs.*	♃
3. Pappophorum scabrum *N. ab E.*	st.	in deserto Karro ... in sabulosis ... *N. ab E.*[12])	♃
4. Sesleria elongata *Host.*	st.	hab. in siccis et rupestribus ... *Bs.*	♃

[8]) Physiologische Pflanzenanatomie pag. 79.
[9]) Vergl. Anatomie pag. 123.
[10]) l. c. pag. 66.
[11]) st = stark verdickt; gg = nur gering verdickt.
[12]) N. ab E. = Nees ab Esenbeck, Africae austr. Flora.

Name.	Grad der Verd.	Standort.	Veg. Dauer
5. Brachypodium pinnat. *Beauv.*	st.	hab. in lapidosis aridis ... *Bs.*	4
6. Nardus stricta *L.*	st.	hab. in pratis siccis alp. ... *Bs.*	4
7. Sporobolus pungens *Kth.*	st.	hab. in arenosis marit. Graeciae ... *Bs.*	4
8. Elymus arenarius *L.*	st.	auf Flugsand, bes. Strand-Dünen ... *Wg.*	4
9. Secale montanum *Guss.*	st.	hab. in regione subalpina et alp. ... *Bs.*	2
10. Triodia decumbens *Beauv.*	st.	auf trocknen Hügeln und Bergtriften ... *Wg.*	4
11. Poa pratensis *L.*	st.	auf Wiesen, in Gebüschen ... *Wg*	4
12. Glyceria spectabilis *M. u. K.*	st.	am Rande von Gewässern ... *Wg.*	4
13. Lygeum Spartum *Loefl.*	st.	hab. in argillosis et arenosis marit. ... *Bs.*	4
14. Arundo Donax *L.*	st.	hab. in humidis, ad ripas ... *Bs.*	4
15. Cornucopiae cucullat. *L.*	gg.	hab. ad fossas, sepes ... *Bs.*	⊙
16. Crypsis schoenoides *Lam.*	gg.	hab. in humidis ... *Bs.*	⊙
17. Alopecurus geniculatus *L.*	gg.	hab. in humidis, ad fossas ... *Bs.*	⊙
18. Lepturus filiformis *Trin.*	gg.	hab. in arenosis humidis ... *Bs.*	⊙
19. Castellia tuberculata *Tineo.*	gg.	hab. in arenosis maritimis ... *Bs.*	⊙
20. Coix lacryma *L.*	gg.	in locis nemorosis ... *Miq.*	⊙
21. Digraphis arundinacea *Trin.*	gg.	hab. ad ripas et fossas ... *Bs.*	4
22. Alopecurus nigricans *Hornem.*	gg.	hab. in humidis ... *Bs.*	4
23. Holcus lanatus *L.*	gg.	auf Wiesen, in Wäldern ... *Wg.*	4
24. Deschampsia caespitosa *Beauv.*	gg.	hab. in umbrosis humidis ... *Bs.*	4
25. Poa nemoralis *L.*	gg.	hab. in umbrosis et sylvaticis ... *Bs.*	4
26. Bromus asper *Murr.*	gg.	hab. in sylvaticis montanis ... *Bs.*	4
27. Milium effusum *L.*	gg.	hab. in umbrosis et sylvis ... *Bs.*	4

Aus vorstehender Tabelle ergibt sich nun, dass bei den Gräsern (1—10), welche Bewohner trockner Standorte sind, die verdickte und kutikularisirte Epidermis den Zweck haben wird durch Herabsetzung der Transpiration die Pflanzen vor Wasserverlust möglichst zu schützen. Vielleicht kann diese Verstärkung der Aussenwand bei manchen derselben, da sie alle perennirend sind, als Schutz gegen die Kälte angesehen werden, wenigstens scheint man eine derartige Funktion der ebenfalls stark verdickten Epidermis von Arundinaria macrosperma *Mich.* zuschreiben zu können, einer Graminee, welche nach Grisebach [13]) „im Winter grün bleibt, und zwar noch in Gegenden, wo immergrüne Laubhölzer nicht mehr vorhanden sind.“ Bei den von 11—14 in vorstehender Tabelle genannten Blättern dürfte vor Allem die mechanische Leistung der verdickten Epidermis in Betracht kommen, da hier, wie ja aus den Standortsangaben hervorgeht, eine Verminderung der Transpiration weniger nöthig ist. Wohl aber dient hier die verdickte Epidermis als Stütze, einmal für Blätter, die in Folge ausgedehnter Hohlräume im Innern (11—13) weniger Festigung besitzen und zum andern für Blätter mit besonders grosser Lamina (14). [14]) Die Nummern 15—27 in der Tabelle bieten Beispiele für geringe Verdickung; diese Gräser wachsen vornehmlich an feuchten oder schattigen Stellen, bedürfen also des oben erwähnten Schutzmittels weniger. Bei Holcus lanatus (23) bildet ja ausserdem die Haarbedeckung wesentlichen Schutz gegen die Sonnenstrahlen, als den Förderern der Transpiration, es war also eine Verstärkung der Aussenwand der Oberhautzellen auch aus diesem Grunde weniger nöthig. Was ferner das Verhältniss der Verdickung und Cutikularisirung der Epidermis zur Vegetationsdauer der Pflanzen anlangt, so geht aus umstehender Tabelle hervor, dass die stark verdickte Epidermis sich bei vielen perennirenden Gramineen findet, während andrerseits viele annuelle und ausserdem solche

[13]) „Vegetation der Erde“ Band II pag. 244.

[14]) cfr. Westermaier, Ueber Funktion und Bau des pflanzlichen Hautgewebesystems in Pringsheim's Jahrbuch Bd. XIV, Heft 1 pag. 73 ff.

perennirende Gräser, die an feuchten oder schattigen Orten leben, dünnwandige Oberhautzellen besitzen.

In der Regel sind die Zellen der Unterseite der Epidermis, welche in vielen Fällen mit der nach aussen gekehrten gleich zu setzen ist, stärker verdickt, als diejenigen der Oberseite, was einestheils damit zusammenhängt, dass an erstere häufig grössere Anforderungen in Bezug auf mechanische Leistungen (Stütze und Festigung der ganzen Lamina) gestellt werden, als an die letztere, andrerseits sich auch daraus erklärt, dass die später zu erwähnenden Gelenkzellen meist in der Oberseite der Epidermis liegen. Eine besondere Art der Verdickung finden wir an der Blattunterseite von Bambusa, Arundinaria u. A., bei denen über den Seitenwänden der cutikularisirten Epidermiszellen noch leistenförmige Erhöhungen vorhanden sind, wie sie Fig. 18 l und 34 l darstellen. Das gleiche Verhältniss bildet Hackel[15]) in seiner Monographie bei Festuca ovina genuina ab. Wir haben es aber hinsichtlich der Verdickung und der damit zusammenhängenden Veränderung des Lumens der Epidermiszellen überhaupt mit einem Verhältniss zu thun, welches, wie genannter Autor durch verschiedene Culturversuche nachgewiesen, in hohem Grade von dem Medium, in welchem die Pflanze wächst, abhängig ist. Sprechen doch auch Vergleichungen von Blättern derselben Gramineen, die aber in verschiedenen Klimaten gewachsen, hierfür. Man braucht nur den Querschnitt eines Grasblattes, welches dem botanischen Garten entnommen, neben demjenigen der entsprechenden Herbariumpflanze, die z. B. in den Steppen gesammelt wurde, zu betrachten, und man wird finden, dass bei letzterem eine weit stärkere Verdickung der Aussenwand der Epidermiszellen eingetreten ist, als bei ersterem.

Die Grösse der gesammten Querschnittsform der Epidermiszellen bei ein und demselben Blatte ist ferner sehr verschieden: dort, wo sie an mechanische Elemente anstossen, sind sie kleiner, als wo sie an Parenchym grenzen, eine Thatsache, deren Grund

---

[15]) l. c. Tab. II. Fig. 5A.

nach Hackels[16]) Ansicht darin liegt, „dass die Entwicklung des Sklerenchyms ein Hinderniss bildet für die der Epidermiszellen, welche daher dort klein bleiben.“ Wie weit diese Erklärung ihre Berechtigung hat, mag dahingestellt bleiben, doch scheint es mir nicht unwahrscheinlich eine derartige Beeinflussung zweier benachbarter Gewebe auf einander anzunehmen.

Von den gewöhnlichen Epidermiszellen verschieden sind die sog. „cellules bulliformes“, auf welche Duval Jouve[17]) zuerst aufmerksam gemacht. Auf dem Querschnitt betrachtet ähnelt ihre Gestalt einem Keile, dessen Spitze der Aussenseite des Blattes zugekehrt ist, und an Grösse übertreffen sie meist die andern Epidermiszellen. Dabei besitzen sie nicht verdickte Seitenwände, während die Aussenwand oft nicht unerheblich verstärkt ist; sie besitzen farblosen Inhalt und enthalten kein Chlorophyll (cfr. die Fig. 12 G, 13 G, 15 gl.) Von der Fläche gesehen, erscheinen sie kürzer, aber breiter, als die umgebenden Epidermiszellen (Fig. 33 gl.). Während nun Hackel[18]) in seiner Monographie die oben erwähnte Bezeichnung latinisirt beibehalten hat, indem er sie „cellulae bulliformes“ nennt, bezeichnet Tschirch[19]) sie mit dem Namen „Gelenkzellen“, um damit ihre charnierartige Thätigkeit bei der Schliessbewegung der Grasblätter auszudrücken.

Die Anordnung dieser Gelenkzellen, welche meist etwas unter der Oberfläche eingesenkt liegen, ist eine so mannigfaltige, dass Duval Jouve[17]) neun Gruppen derselben aufstellen konnte, deren genauere Besprechung uns hier zu weit führen würde, und die übrigens Tschirch in seiner Abhandlung auch acceptirt hat. Oft treten mehrere Reihen solcher Zellen über einander auf (tissu supplémentaire nach Duval Jouve[20]), Gelenkpolster nach Tschirch[21]), welche wir u. A. bei Sporobolus pungens

---

[16]) l. c. pag. 23.

[17]) l. c. pag. 316 ff.

[18]) l. c. pag. 18.

[19]) Beiträge zur Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter, Pringsh. Jahrb. B. XIII. 1882 Separatabdruck pag. 11.

[20]) l. c. pag. 302.

[21]) l. c. pag. 11.

Kth., Aeluropus laevis *Trin.*, Aristida pungens *Desf.*, Vilfa capensis *Beauv.* vorfinden.

Was nun die Beziehungen sowohl der Gelenkzellen und Gelenkpolster als auch der übrigen Gewebearten zum Schliessmechanismus der Grasblätter anlangt, so hat Tschirch in der oben erwähnten Arbeit nähere Untersuchungen darüber angestellt, nach denen diese Bewegungsvorgänge entweder durch Quellungserscheinungen der Membranen oder durch Turgescenzänderungen der Zellen verursacht werden. In den meisten Fällen werden die Bastzellen, bisweilen auch die Gelenkzellen, besonders die Gelenkpolster, hierbei aktiv betheiligt sein. Ueber die passive Theilnahme der letzteren beiden an der Schliessbewegung, bei der sie, wie bereits erwähnt, charnierartig [22]) wirken, kann wohl kein Zweifel sein. Soweit ich nun diese Vorgänge geprüft, kam ich zu denselben Resultaten, wie genannter Autor und zwar zeigte sich, dass bei den tiefrinnigen Blättern von Stipa capillata *L.*, Lasiagrostis splendens *Kth.*, Elymus arenarius *L.* und Festuca rubra *L.*, die Ursache der Bewegung nur in Quellungserscheinungen zu suchen ist, da sie sowohl im lebenden Zustande, als auch im völlig abgestorbenen, nachdem sie bereits ein Jahr in Alkohol aufbewahrt wurden, ihre Schliessbewegungen in ganz gleicher Weise ausführten. Dass aber diese Quellungserscheinungen wiederum in den Bastzellen und der Epidermis der Unterseite zu suchen sind, erhellt daraus, dass dickere Querschnitte dieser Blätter, nachdem das ganze chlorophyllführende Parenchym, sowie die Epidermis und Bastbelege der Oberseite entfernt waren, die gleiche Bewegung, wie noch unverletzte zeigten; beschädigte man dagegen die Unterseite durch Beseitigung der Epidermis und eines Theiles der Bastzellen, so konnte nur eine ganz unbedeutende Bewegung wahrgenommen werden; es zeigte sogar die Oberseite bei starker Wasserentziehung das Bestreben, sich eher convex und nicht wie früher conkav zu krümmen. Dies beweist ebenfalls, dass die beim letztgenannten Versuch unverletzt gebliebenen Gelenk-

[22]) cfr. Duval Jouve l. c. pag. 320: „le mouvement s'opère donc sur les bandes bulliformes comme sur des ressorts-charnières."

zellen hier nicht Ursache der Bewegung sein können. Dazu sind sie bei den genannten Blättern (cfr. Fig. 15 gl) so klein, dass sie unmöglich durch Turgescenzschwankungen das Schliessen herbeiführen können. Immerhin sind sie insoforn von Wichtigkeit, als sie diejenigen Zellen der Epidermis der Oberseite sind, welche durch ihr Collabiren beim Schliessen des Blattes das Nähern der Rinnen möglich machen, ohne dass hierbei andere Gewebepartien durch Quetschung Schaden erleiden.

Anders ist es nun bei Sesleria coerulea *Ard.* und Vilfa capensis *Beauv.*, welche sich, solange sie leben, schliessen und wieder öffnen, sind sie aber getödtet, so hört diese Fähigkeit auf, wenigstens gelang es mir nicht, an einem Querschnitt eines lange in Alkohol aufbewahrten Sesleriablattes diejenige Bewegung hervorzurufen, welche an einem frischen Exemplare durch Entziehung oder Zufuhr von Wasser erzeugt werden konnte. Wir sind also genöthigt, die Bewegungserscheinungen dieser Gräser im Anschluss an Tschirch als durch Turgescenzänderungen der Zelle verursacht anzusehen. Da wir ausserdem bei Sesleria grosse Gelenkzellen und bei Vilfa sogar Gelenkpolster antreffen, die wohl bedeutend genug sind, um durch ihre Turgescenzänderungen auf die Bewegung des ganzen Blattes einzuwirken, so glaube ich, dass bei diesen Gramineen die Gelenkzellen für den Schliessmechanismus von grösserer Bedeutung sind, als bei den früher genannten. Speziellere Untersuchungen müssen uns hierüber noch näher aufklären, für jetzt möge die Bestätigung der Tschirch'schen Befunde genügen.

Hinsichtlich der Art des Schliessens können wir Blätter unterscheiden, welche sich einrollen, und solche, die sich einfach zusammenfalten, natürlich wieder mit vielen Zwischenstufen. Die erste Art finden wir unter Anderen bei den Blättern von Saccharum officinarum *L.*, Eulalia iaponica *Trin.*, Elymus striatus *Willd.* Steppengräser wie Aristida pungens *Kth.*, Macrochloa tenacissima *Kth.*, Festuca glauca *Schrad.* u. A. bilden mehr eine Zwischenstufe, da bei ihnen die beiden tiefrinnigen (bei Festuca glatten) Hälften der Lamina so aneinander gefügt werden, dass sie einen geschlossenen Cylinder bilden, der sich bei zunehmender Feuchtigkeit etwas öffnet, bei Ab-

nahme derselben aber wieder schliesst. Die zweite Art, das einfache Zusammenfalten, tritt da ein, wo entweder nur eine Gelenkzellenreihe in der Mitte der Lamina vorhanden ist (1. Gruppe bei Duval Jouve: une seule bande sur la carène), so bei Dactylis glomerata *L.*, oder wo ausschliesslich zu beiden Seiten der Mittelrippe solche Zellen sich finden, (3. Gruppe: une bande seulement de chaque côté de la ligne médiane) so Sesleria elongata *Host.*, Poa pratensis *L.*, Poa sudetica Haenke u. A. (cfr. Fig. 12 u. 13). Eigenthümlich angeordnete Gelenkzellen finden wir ferner bei Leersia virginica *Willd.* (Fig. 5), bei welcher dieselben zu beiden Seiten der Mittelrippe in je zwei Bändern angeordnet sind, sowie an Panicum plicatum *Lam.*, wo solche Zellen abwechselnd auf der Ober- und Unterseite zahlreich auftreten, in Folge dessen auch die Lamina, wie schon der Name zeigt, wechselseitig zusammengefaltet wird. Wenn man nun auch die beiden Arten des Schliessens zu klimatischen Verhältnissen insofern nicht in Beziehung setzen kann, als sowohl die sich einrollenden als auch die sich faltenden Blätter Gräsern feuchter und trockner Standorte angehören, so bleibt doch immer die Fähigkeit zu diesen Bewegungen, mögen sie nun auf die eine oder andere Art vor sich gehen, ein wichtiges Schutzmittel gegen zu starke Transpiration und muss z. B. bei Steppengräsern als ein entschiedenes Anpassungsmittel betrachtet werden. In der That machen auch dieselben von der Schliessbewegung den ausgedehntesten Gebrauch und vollziehen dieselbe mit grosser Energie und Schnelligkeit, wogegen schnell welkende Gräser, sowohl perennirende (Phleum, Alopecurus), als auch annuelle (Aira, Psilurus), nur geringe Bewegung der Lamina in dieser Beziehung zeigen[23]). Dass aber das Oeffnen und Schliessen mit den Feuchtigkeitsverhältnissen in engster Beziehung steht, geht u. A. daraus hervor, dass selbiges an der Spitze des Blattes beginnt. Sobald von unten nicht soviel Wasser nachgeliefert werden kann, als oben verdunstet, wird auch in dem Masse, wie die Wassersäule, um diesen Ausdruck zu gebrauchen, in dem Organe sinkt, das Schliessen vor sich gehen; kommt neue

[23]) cfr. Duval Jouve l. c. pag. 329.

Wasserzufuhr, so tritt das Oeffnen von unten nach oben wieder ein.[24] [25])

Wenden wir uns nun zur Flächenansicht der Epidermis, so werden wir auch hier verschieden gestalteten Zellen begegnen, sowohl hinsichtlich der gesammten Form, als auch der Beschaffenheit der Seitenwände. Was zunächst die gesammte Form anlangt, so unterscheiden sich schon auf den ersten Blick die Gelenkzellen von den übrigen dadurch, dass sie kürzer erscheinen, was jedenfalls zusammen mit ihrer Dünnwandigkeit ihre Beweglichkeit gegen einander erleichtert (cfr. Fig. 33). Die gewöhnlichen Epidermiszellen zeigen sich der Gestalt der gesammten Spreite entsprechend meist lang und schmal, ohne jedoch hierin grosse Uebereinstimmung zu beweisen. Vielmehr finden wir in einer Reihe oftmals längere schmälere und breitere kürzere beliebig durch und nebeneinander, wie ich dies bei Coix lacryma *L.* beobachten konnte.[26]) Viel regelmässiger ist dagegen bei vielen Gräsern der Wechsel von langen Epidermiszellen mit sog. Zwergzellen[27]) (cfr. Fig. 26 z und Fig. 33 z.). Wie die Figuren zeigen, sind dies kleine oft stark verkieselte Zellen, über deren Funktion nichts Sicheres bekannt ist. Während nämlich Meyen[28]) beobachtete, dass diese nach ihm bei Gräsern „sehr allgemeinen" kleinen Zellen auch bisweilen in Haare auswachsen, lässt Pfitzer[29]) unentschieden, als was sie zu betrachten sind. „Es scheint nach alledem, sagt er, dass die Stomata allenfalls als Trichome betrachtet werden können, dass ihre Mutterzellen wenigstens bis-

[24]) cfr. Duval Jouve l. c. pag. 329.

[25]) Bezüglich der Einrollung überhaupt bemerkt Areschoug treffend: „Die Wärme bringt auf solche Weise ihr eignes Correktiv hervor." Aus dessen Abhandlung: „Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Struktur der Blattorgane" in Engler's Jahrb. für w. Bot. II. Band V. Heft 1882 pag. 521.

[26]) cfr. de Bary l. c. pag. 34.

[27]) cfr. Haberlandt l. c. pag. 72, woselbst eine Abbildung, cfr. Duval Jouve l. c. pag. 310.

[28]) „Ueber die Epidermis der Gewächse" in Wiegmann's Archiv 1837.

[29]) „Beiträge zur Kenntniss der Hautgewebe der Pflanzen" in Pringsh. Jahrb. Bd. VII, pag. 555 u. 556.

weilen mit denen von Haaren gleichwerthig sind, und dass diese Mutterzellen sich dann entweder zu Spaltöffnungen oder wahren Trichomen zu entwickeln vermögen, oder aber als Kurzzellen (Zwergzellen) in ihrer Ausbildung stehen bleiben.“ Dementsprechend zeigt sich z. B. bei Secale montanum *Guss.* die Identität zwischen ausgebildeten Zwergzellen auf der unteren Seite und den runden Haaransatzstellen der Oberseite (cfr. Fig. 25h und pag. 30), indem sich derartige runde Zellen auch an der Unterseite beobachten lassen und zwar an Stellen, wo man eine echte Zwergzelle vermuthen sollte. Ueber das Vorkommen dieser letzteren mag uns die folgende Tabelle Aufschluss geben.

Tabelle über Zwergzellen in Gramineenblättern.[30])

I. Mit Zwergzellen.	Rand d. übr. Zell.	II. Ohne Zwergzellen.	Rand d. übr. Z.
1. Lasiagrostis splendens *Kth.*	gew.	12. Holcus lanatus *L.*	gl.
2. Spartina cynosur. *Willd.*	gew.	13. Hierochloa borealis *R. et S.*	gl.
3. Zea Mays *L.*	gew.	14. Hordeum bulbosum *L.*	gl.
4. Macrochloa tenacissima *Kth.*	gew.	15. Lepturus incurvatus *Trin.*	gl.
5. Aristida pungens *Desf.*	gew.	16. Poa alpina *L.*	gl.
6. Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.*	gew.	17. Castellia tuberculata *Trin.*	gl.
		18. Dactylis glomerata *L.*	gl.
7. Arundinaria macrosperma *Mich.*	gew.	19. Avena sativa *L.*	gl.
		20. Triticum turgidum *L.*	gl.
8. Elymus arenarius *L.*	gew.	21. Briza media *L.*	gl.
9. Piptatherum paradoxum *Beauv.*	gew.	22. Secale mont. *Guss.* (Oberseite)	gl.
10. Nardus stricta *L.* (bes. a. U.)	gew.		
11. Secale montanum *Guss.* (a. U.)	gew.		

[30]) Bei der Erwähnung der Beschaffenheit der Seitenwände der übrigen Epidermiszellen (nicht Zwergzellen) bedeutet gew = gewellt, gl = glatt oder wenig wellig.

Aus Vorstehendem zeigt sich, dass diejenigen Blätter, welche Zwergzellen aufweisen, meist auch gewellte Epidermiszellen besitzen, dass dagegen bei wenig oder nicht gewellten jene oft fehlen. Ausserdem finden sich die Zwergzellen in der Epidermis der Unterseite häufiger, als in derjenigen der Oberseite. Weiter ergibt eine Vergleichung von I und II der Tabelle, dass sich hinsichtlich des Vorkommens der Zwergzellen durchaus keine Beziehungen zu klimatischen oder Standortsverhältnissen auffinden lassen, da ja beide Gruppen Bewohner feuchter und trockner Stellen und annuelle wie perennirende Pflanzen enthalten.

Was weiter die Form der Seitenwände bei den Epidermiszellen der Gramineenblätter anlangt, so ist hier die Verbindung der einzelnen Zellen unter einander auffällig, die durch Vorrichtungen an den Wänden herbeigeführt wird und lediglich zur Festigung dient. Zwei Arten können wir in dieser Beziehung unterscheiden. Entweder finden wir die Zellen an den Längsseiten sehr schwach gewellt, dafür aber häufig an den Querseiten oben und unten zugespitzt, sodass sie pallisadenartig eng in einander gefügt sind (cfr. Fig. 23 u. 25); oder es können die Längsseiten zweier benachbarter und stark gewellter Zellen inniger mit einander verbunden werden, indem eine Erhöhung der einen Wand genau in eine entsprechende Vertiefung der anstossenden eingepasst wurde. (Fig. 26). Uebrigens muss diese zweite Art einen viel engeren und festeren Verband darstellen, als die erste. Beispiele für beide enthält die folgende Tabelle.

Tabelle über Epidermiszellen der Gramineenblätter (Fläche).

I. Epidermiszellen mit gewellten Wänden.

Name.	Standort bez. Klima.	Veg. Dauer
1. Arundinaria macrosperma *Mich.*	an Flussufern, in Wäldern in Nord-Amerika *Grs.*	♃
2. Arundinaria glaucescens *Beauv.*	India orientalis *Kth.*	♃
3. Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.*	Japonia . . . *Std.*	♃
4 Bambusa arundinacea *Willd.*	India orientalis . . . *Kth.*	♃
5. Coix lacryma *L.*	in locis nemorosis *Miq.*	☉
6. Oryza sativa *L.*	verlangt viel Feuchtigkeit.	☉
7. Eulalia iaponica *Trin.*	Japonia *Std.*	♃
8. Arundo Donax *L.*	hab. in humidis, ad ripas . . . *Bs.*	♃
9. Aristida pungens *Desf.*	hab. in desertis Egypti . . . *Bs.*	♃
10. Festuca glauca *Schrad.*	crescit in locis rupestribus et arenosis . . . *Hackel.*	♃
11. Lasiagrostis splendens *Kth.*	Sibiria transbaicalensis . . *Kth.*	♃
12. Spartina cynosuroides *Willd.*	Sinus Hudsonis, Virginia . . *Kth.*	♃

II. Epidermiszellen mit geraden Wänden.

Name.	Standort bez. Klima.	Veg. Dauer
1. Holcus lanatus *L.*	hab. in pratis . . . *Bs.*	♃
2. Dactylis glomerata *L.*	Wiesen, Weiden *Wg.*	♃

Name.	Standort bez. Klima.	Veg. Dauer
3. Melica Cretica *Boiss.*	hab. in rupestribus alp. . . . *Bs.*	4
4. Poa caesia *Smith*	hab. in rupestribus apricis . . . *Bs.*	4
5. Milium effusum *L.*	hab. in umbrosis et sylvis . . . *Bs.*	4
6. Avena flavescens *L.*	auf trocknen Wiesen . . . *Wg.*	4
7. Lepturus filiformis *Trin.*	hab. in arenosis humidis . . . *Bs.*	⊙

Ueberblicken wir die Zusammenstellung, so ist klar, dass die verschiedene Beschaffenheit der Seitenwände der Epidermiszellen, wie dies ja auch bekannt, wohl einen mechanischen Zweck verfolgt; denn die Gramineen sub I sind in Bezug auf Zugfestigkeit schutzbedürftiger, als die sub II genannten. Während nämlich diese, da sie sich mit ihren Blättern meist nur wenig über den Boden erheben, schon an und für sich, besonders gegenüber heftigen Luftströmungen, auf welche es hier hauptsächlich ankommt, besser geborgen sind und deshalb mit der weniger starken Zusammenfügungsweise sich begnügen können, tritt bei I der entgegengesetzte Fall ein. Hier begegnen wir I, 1—5 baum- und strauchartigen Gräsern, deren Blätter weit vom Boden entfernt manchem Sturme zu trotzen haben, oder Gramineen mit grossen Blattorganen (I, 6—8), die eben wegen ihrer Ausdehnung ein festeres Gefüge nöthig haben, oder Bewohnern der Steppe (9, 10) und nördlicherer Gegenden (11, 12), die manchem Wüsten- und Schneesturm preisgegeben sind. Da wir aber, wie sich aus den Standortsmittheilungen und der dritten Rubrik der Tabelle weiter ergibt, die Beschaffenheit der Seitenwände der Epidermiszellen weder in Beziehung zu Feuchtigkeitsverhältnissen noch zur Vegetationsdauer setzen können; denn beide Gruppen weisen Gramineen trockner und feuchter Standorte und perennirende und annuelle Gräser auf, so musste hier die mechanische Bedeutung der Zellverbindung in den Vordergrund gestellt und in ihr eine Anpassung an das Klima vermuthet werden. Dass manche Blätter an der Ober-

seite glatte, an der Unterseite gewellte Wände der Zellen besitzen, dafür liefert Secale mont. *Guss.* einen Beweis.

Werfen wir ferner einen Blick auf die Spaltöffnungen. Sie finden sich bei den Gramineenblättern häufig auf beiden Seiten, bisweilen sogar auf der Oberseite zahlreicher, als auf der unteren, was allerdings der allgemeinen Regel widerspricht, aber sich, abgesehen von dem anatomischen Bau des gesammten Blattes, schon aus der vertikalen Stellung vieler Grasblätter erklärt. Von der Fläche betrachtet, finden sich die Stomata häufig in bestimmten Reihen angeordnet, immer aber ist ihre Lage eine solche, dass der Spalt zwischen den Schliesszellen parallel der Längsrichtung der gesammten Lamina verläuft. Ihrer Funktion gemäss müssen sie sich natürlich an das lebensthätige Gewebe näher anschliessen, weshalb sie auch, wie de Bary[31]) sagt, auf den Blattrippen, den Riefen und Kanten riefiger Blätter fehlen, wogegen sie in den damit wechselnden Flächen und Furchen vorkommen." Die Grösse der Spaltöffnungen ist sehr wechselnd. Während nämlich von der Fläche gesehen Triticum turgidum *L.*, Avena sativa *L.*, Aegilops squarrosa *L.*, Alopecurus pratensis *L.*, Coix lacryma *L.*, Cinna Mexicana *Link* u A. sehr grosse Stomata zeigten, war die Länge ihrer Schliesszellen bei Eulalia iaponica *Trin.*, Spartina cynosuroides *Willd.*, Eragrostis poaeformis *Link* nur noch halb so gross und betrug bei Brachypodium pinnatum *Beauv.* und Piptatherum paradoxum *Beauv.* sogar nur den dritten Theil im Vergleich zu den erstgenannten. Duval Jouve[32]) fand bei Avena sterilis „les plus grands et les plus beaux stomates des Graminées", bei Sesleria coerulea sehr kleine.

Bei der Betrachtung des Querschnitts wird vor Allem die Lage der Stomata in ihrem Verhältniss zum Niveau der Epidermis auffallen. Inwiefern dieses für unsere Standortsfrage von Betracht ist, darüber haben Tschirch[33]) und speziell Pfitzer[34]) eingehendere Untersuchungen angestellt, sodass ich

---

[31]) l. c. pag. 50.

[32]) l. c. pag. 314 Anm.; woselbst noch mehr Literatur citirt.

[33]) l. c. in Linnaea, Neue Folge B. IX.

[34]) „Ueber Spaltöffnungen der Gräser" in Pringsh. Jahrb. B. VII 1869—70 pag. 532 ff.

wohl bezüglich der Details auf diese Arbeiten verweisen darf. Ersterer kommt dabei zu dem Resultate[35]), dass die blosse Anzahl der Spaltöffnungen nicht entscheidend sein könne für einen Schluss auf den Standort einer Pflanze, da man den Bau jener, die Schnelligkeit ihrer Funktion etc. berücksichtigen müsse, um hierüber Genaueres zu bestimmen. Dass die Zahl der Spaltöffnungen bei Pflanzen feuchter Standorte oft grösser sei, als bei solchen trockner — eine Thatsache, die sich z. B. bei Arundo Donax *L.* gegenüber andern Gramineenblättern trockner Standorte sehr schön beobachten lässt — hänge mit der Verdunstungsgrösse zusammen.

Wesentlich ist dagegen die Anordnung der Stomata. Hier lässt sich allgemein sagen, je geschützter dieselben liegen, um so weniger werden sie auch verdunsten, woraus wieder folgt, dass Blättern mit solchen Spaltöffnungen weniger Wasser aus dem Boden zugeführt zu werden braucht, sie sich mithin an trocknen Stellen finden. Andrerseits werden aber offen und frei daliegende Stomata Feuchtigkeit liebende Pflanzen verrathen. Geschützt können die Stomata nun einmal dadurch werden, dass reichliche Trichombildung die ganze Blattlamina, mithin auch die Spaltöffnungen, überzieht, wie dies beispielsweise bei den in der Tabelle pag. 32 sub I genannten Gräsern der Fall ist. Manche wie Aristida, Cynodon u. A. erreichen dadurch, dass die Epidermiszellen, welche die Spaltöffnungen umgeben, zu Papillen auswachsen und die Spalten gleichsam überwölben, eine Transpirationsminderung[36]). Ferner haben diejenigen Gramineen, deren Blätter die Spaltöffnungen meist a. O. haben, ein spezielles Hilfsmittel, indem sie an einer Stelle der Lamina eine halbe Drehung (demi tour nach Duval Jouve[37]) ausführen, sodass die obere Seite dem Boden, und die von Spaltöffnungen ziemlich freie und durch kutikularisirte Epidermis geschützte Blattunterseite, welche gegen Verdunstung

---

[35]) Tschirch l. c. pag. 170 ff.

[36]) cfr. Volkens: „Zur Flora der aegyptisch-arabische Wüste" im Sitzungbericht d. Kgl. Pr. Akademie der Wissensch. zu Berlin v. 28. Jan. 1886. pag. 79.

[37]) l. c. pag. 315.

mehr gesichert ist, der Sonne zugekehrt wird. Dies zeigen Psamma arenaria *R. et S.*, Gynerium argenteum *Nees.*, Elymus arenarius *L.*, Avena Arten und viele A. Ein drittes Mittel, die Stomata zu schützen, liegt in der Einsenkung derselben. Dieses findet schon in den Rinnen der Blattspreiten der Gramineen eine gute Vorbereitung, indem mit Ausnutzung dieser Gestalt die Stomata, um sie zu schützen, einfach an den Seiten dieser Rinnen angebracht sind. Wenn sich nun das Blatt schliesst, so entsteht im Innern ein „windstiller Raum“ [38]) und eine mit Feuchtigkeit gefüllte Atmosphäre, zwei Faktoren, die eine Verringerung der Transpiration bewirken.

Im Allgemeinen gilt nun die von Pfitzer[39]) aufgestellte und von de Bary[40]) übernommene Anordnung der Stomata, die ich bei meinen Untersuchungen bestätigt fand. Es haben nämlich:

I) Beide flache Blattseiten zahlreiche Spaltöffnungen. Dies ist der Fall

1) bei Sumpf- und Wassergräsern (Arundo Donax *L.*, Glyceria spectabilis *M. u. K.*, Oryza sativa *L.*, Cornucopiae cucullatum *L.*, Alopecurus nigricans *Hornem.*, Beckmannia erucaeformis *Host.*, Digraphis arundinacea *Trin.*).
2) bei zahlreichen Wiesen- und Unkrautgräsern. (Avena sativa *L.*, Dactylis glomerata *L.*, Eragrostis poaeformis *Link*, Molinia coerulea *Moench*, Alopecurus pratensis *L.*, Briza media *L.*, Holcus lanatus *L.*, Panicum sanguinale *L.*).

II) Spaltöffnungen fast nur an den Seitenflächen der Rinnen der Blattoberseite. Hierher gehören fast alle sehr trockne Standorte bewohnende Gräser mit scharf längsgefalteten, daher auf der Fläche tief und engfurchigen Blättern.

1) Stomata nur auf der Oberseite: (Stipa capillata *L.*, Macrochloa tenacissama *Kth.*, Nardus stricta *L.*, Psamma arenaria *R. et S.*, Triodia decumbens *Beauv.*)

---

[38]) cfr, Tschirch, Linnaea IX pag. 175.
[39]) in Pringsh. Jahrb. B. VII pag. 556 ff.
[40]) l. c. pag. 53.

2) beiderseits (Aristida pungens *Desf.*, Vilfa capensis *Beauv.*, Lasiagrostis splendens *Kth.*).

III) Bewohner lichter Waldstellen, sonniger Hügel und Grasplätze haben

1) zum Theil beiderseits Stomata (Piptatherum paradoxum *Beauv.*, Holcus mollis *L.*, Poa nemoralis *L.*, Milium effusum *L.*, Bromus asper *L.*).

2) zum Theil nur auf der Oberseite (Melica nutans *L.*, Festuca glauca *Schrad.*, Brachypodium pinnatum *Beauv.*, Lepturus filifomis *Trin.*).

Zahlreiche andere Beispiele gibt Pfitzer in seiner vorerwähnten Abhandlung. Die von mir untersuchten Blätter der Bambusen (Phyllostachys bambusoides Sieb. Zucc. und die später aufgezählten) zeigten ihre kleinen Spaltöffnungen nur auf der Unterseite.

Wir haben es aber in Bezug auf die Anordnung der Stomata mit einem Anpassungsmoment an Klima und Standort zu thun, welches oft zu einem sicheren Rückschluss führen wird.

Ein weiteres Mittel zur Herabsetzung der Transpiration finden wir in sog. Wachsüberzügen, welche sich bei vielen Gramineen, nach Haberlandt meist in der Form von Körnerüberzügen, finden und schon mit unbewaffnetem Auge oft wahrnehmbar werden. Ich erinnere nur an die mit dem Epitheton „glaucus“[41]) versehenen Arten von Triticum, Festuca, Koeleria u. A., deren Blätter in Folge dieser Wachsbekleidung wie bereift erscheinen, während viele andere, sobald man sie in Wasser taucht, mit einer feinen silberglänzenden Haut überzogen erscheinen, ein Umstand, der meist durch Wachsauflagerung hervorgerufen wird; doch können auch feine Trichome eine ähnliche Färbung unter Wasser hervorrufen. Die oben erwähnte Funktion kann nun ein Wachsüberzug, der übrigens, wie de Bary[42]) nachgewiesen, als ein Ausscheidungsprodukt anzusehen ist, einmal dadurch erreichen, dass er die Epidermis verdickt und somit für Wasserdampf schwerer permeabel macht. Andrer-

---

[41]) cfr de Bary l. c. pag. 89 über glaucus u. glaucedo.

[42]) Bot. Zeitung 1871.

seits kann er auch, wie Tschirch[43]) bemerkt, zur Vertiefung der Spaltöffnungen und somit zur Herabminderung der Transpiration beitragen, doch dürfte dies bei den Gräsern seltner der Fall sein, da die Wachsschichten nicht so bedeutend sind. Einige Gramineenblätter mit besonders starker Wachsbekleidung enthält die folgende Tabelle.

Tabelle über Wachsüberzug.

Name.	Standort.
1. Triticum glaucum *Desf.*	hab. in montanis siccis ... *Bs.*
2. Festuca glauca *Schrad.*	in locis rupestribus et arenosis .. *H.*
3. Koeleria glauca *D. C.*	auf trocknen Wiesen und Grasplätzen *Wg.*
4. Ludolfia glaucescens *Willd.*	India orientalis ... *Kth.*
5. Aristida pungens *Desf.*	hab. in desertis Egypti ... *Bs.*
6. Elymus arenarius *L.*	auf Flugsand, Strand-Dünen ... *Wg.*
7. Avena distichophylla *Vill.*	auf steinigen Halden, Felsschutt ... *Wg.*
8. Poa caesia *Smith*	hab. in rupestribus apricis ... *Bs.*
9. Poa compressa *L.*	hab in siccis ad vias ... *Bs.*

Wenn nun zwar die Wachsüberzüge verschiedene physiologische Zwecke haben können[44]), so scheint doch bei den in vorstehender Tabelle genannten Blättern die Funktion der Transpirationsminderung vorzuherrschen, da sie ja Gramineen angehören, welche meist wegen ihres trocknen Standortes auf eine sparsame Wasserausscheidung angewiesen sind. Die beiden erwähnten Poaarten (8 und 9) unterscheiden sich durch ihren Wachsüberzug deutlich von Poa pratensis und P. nemoralis, die als Bewohner feuchter und schattiger Standorte, dieses Schutzmittels entbehren. Es können also auch in Bezug auf den Wachs-

[43]) Linnaea IX pag. 150.
[44]) cfr. Haberlandt l. c. pag. 69.

beleg Blätter von Gamineen desselben Genus wesentlich differiren, besonders wenn sie unter extremen Feuchtigkeits- und Lichtverhältnissen leben.

Wir kommen zu den Anhangsgebilden der Epidermis der Grasblätter, den Trichomen. Ihrer Beschaffenheit nach theilt sie Duval Jouve[45]), der sie als „cellules exodermiques" bezeichnet, ein in poils (Haare) und aiguillons (Stacheln) oder denticules (Zähnchen), ein Unterschied, welchen auch Hackel[46]) acceptirt hat, wenn er in Stachelhärchen (aculeoli) und Weichhaare (pili) sondert. Dazwischen steht noch die papillenartige Form, nach Douval Jouve hémisphériques et obtuses, wie sie Sporobolus pungens *Kth.*, Aeluropus laevis *Trin.*, Spartina cynosuroides *Willd.* u. A. zeigen. Diese Trennung gründet sich einmal auf die Gestalt, indem die Stachelhärchen kurz, spitz, scharf und oft (so am Blattrande) hakenförmig mit nach oben gerichteter Spitze erscheinen (Fig. 24), die pili dagegen lang, schmal und dabei weich und biegsam sind (Fig. 2 p 15 p); andrerseits auf die Entstehung, durch welche diese Eigenschaften ihre natürliche Erklärung finden, da jene aus sklerenchymatischen, diese dagegen aus parenchymatischen Epidermiszellen hervorwachsen. Hinsichtlich der Vertheilung finden wir erstere, natürlich in verschiedener Stärke, wohl an jedem Rande aller Grasblätter, wenigstens konnte ich das Fehlen nirgends constatiren, und an den Nerven, während letztere seltner am Rande, aber sonst über die ganze Blattfläche zerstreut vorkommen. Von der Fläche gesehen erscheinen sie oft zwischen pallisadenartig verbundenen Epidermiszellen mehr oder weniger regelmässig eingefügt (Fig. 25 h), wie dies bei Elymus arenarius *L.*, Holcus lanatus *L.*, Triticum turgidum *L.*, Holcus mollis *L.*, Koeleria glauca *D. C.* u. A. der Fall ist. Bemerkenswerth sind noch die Haare am Rande des Blattes von Tragus racemosus *Hall.*, die sich durch ihre eigenthümliche Beschaffenheit, be-

---

[45]) l. c. pag. 310. Für Trichome auch der Ausdruck: expansions exodermiques.

[46]) l. c. pag. 32.

sonders an der Basis, von den übrigen unterscheiden, und welche Duval Jouve[47]) genauer beschrieben und abgebildet hat.

Unter den zahlreichen Funktionen, welche den Trichomen überhaupt zufallen können[48]), werden uns hier besonders zwei interessiren: einmal die des Schutzes gegen thierische Feinde und sodann die der Herabsetzung der Transpiration, wozu vielleicht noch gewisse mechanische Leistungen hinzukommen. Die erste Aufgabe wird besonders den Stachelhärchen zuzuschreiben sein; denn wenn wir sehen, wie dieselben mit ihren Spitzen meist nach aufwärts gerichtet sind (am Blattrande zeigt sich dies vorzugsweise), so dürften sie wohl geeignet sein, kleinere Thiere, wie Insekten, am Vordringen in die zarteren Theile, etwa die tiefer gelegene Blattscheide, wesentlich zu hindern. Ebenso ist es nicht unwahrscheinlich, dass die aculeoli beim Einrollen der Blätter gewissermassen wie Steifen wirken können, die einen zu engen Anschluss der einzelnen Theile an einander hindern, damit kleine Lufträume für die Athmungsthätigkeit der Spaltöffnungen übrig bleiben. Was nun die Funktion der Trichome bezüglich der Transpirationsminderung anlangt, so ist dieselbe zwar experimentell nicht hinreichend festgestellt, doch dürfen wir in gewissen Fällen eine Beziehung der Haarbildung zu klimatischen Verhältnissen annehmen, zumal wenn wir bedenken, dass durch jede Bedeckung, also auch durch diejenige mit Trichomen, die Intensität von Licht und Wärme und die Einflüsse der Luftströmungen, als den Förderern der Transpiration, vermindert werden können.[49]) Hierfür spricht auch die Thatsache, dass die Weichhaare auf der oberen, also der der Sonne zugekehrten Blattseite häufiger sind, als auf der unteren.[50]) Folgende kleine Aufstellung möge einige Beispiele bieten.

[47]) l. c. pag. 312 und planche 19 Fig. 9.
[48]) cfr. Haberlandt, l. c. pag. 81.
[49]) cfr. Tschirch, Linnaea neue Folge IX pag. 151 ff.
[50]) cfr. Duval Jouve l. c. pag. 312.

Tabelle über Haarbildungen.

I. Gramineenblätter mit starker Behaarung.

Name.	Standort.
1. Stipa capillata *L.*	hab. in siccis . . . *Bs.*
2. Macrochloa tenacissima *Kth.*	Hispania, östl. Steppen daselbst . . . *Grs.*
3. Aristida pungens *Desf.*	hab. in desertis Egypti . . . *Bs.*
4. Holcus lanatus *L.*	Wiesen, Triften . . . *Koch.*
5. Bromus mollis *L.*	auf Wegen, an Wiesen . . . *Wg.*
6. Triticum junceum *L.*	sandiges Meeresufer . . . *Koch.*
7. Koeleria cristata *Pers.*	in collibus arenosis . . . *Hoppe.*
8. Koeleria phleoides *D.C.*	ad muros, vias
9. Koeleria villosa *Pers.*	plage de la Testa
10. Panicum capillare *L.*	in sandy fields . . . *Pursh.*

II. Gramineenblätter mit schwacher Behaarung.

Name.	Standort.
1. Triticum glaucum *Desf.*	hab. in montanis siccis . . . *Bs.*
2. Koeleria glauca *D.C.*	auf trockenen Weiden und Grasplätzen . . . *Wg.*
3. Poa nemoralis *L.*	hab. in umbrosis et sylvaticis . . . *Bs.*
4. Molinia coerulea *Moench*	hab. in locis sylvaticis udis . . . *Bs.*
5. Glyceria spectabilis *M.u.K.*	hab. ad aquas . . . *Bs.*
6. Panicum virgatum *L.*	on river sides . . . *Pursh.*

Aus Vorstehendem sehen wir aber, dass ausgesprochene Steppengräser (I, 1—3), welche jedes Schutzmittel ergreifen, auch von der Trichombildung als einem solchen Gebrauch machen, und dass weiter Gramineen trockner und besonders sonniger Stellen (I, 4—10) sich durch Haarausstülpungen vor Wasserverlust sichern können. Wenn andrerseits Blätter, die

bereits durch Wachsüberzüge (II, 1 u. 2) geschützt sind, oder solche, die im Schatten (II, 3 u. 4) oder am Wasser (II, 5 u. 6) vegetiren und in Folge dessen schon durch den Standort über reichere Feuchtigkeitsquellen gebieten können, beziehentlich den direkten Sonnenstrahlen nur zeitweise ausgesetzt sind, wenn diese also nur schwache Behaarung zeigen, so ist dies wieder ein Fall, der uns auf die Funktion der Trichome der Verdunstung entgegenzuwirken hinführt. Dafür spricht auch die Vergleichung von I, 10 mit II, 6, indem hier Arten desselben Genus sich dadurch unterscheiden, dass die auf sandigen Feldern wohnende stark behaart, die andere, welche an Flussufern lebt, fast ohne Trichome ist. Sind nun auch in speziellen Fällen, wie sich gezeigt, Beziehungen zwischen Haarbekleidung und Standort der betreffenden Pflanze aufzufinden, so steht doch hinsichtlich der allgemeinen Vertheilung und dem Vorkommen der Trichome fest, dass, wie de Bary[51]) u. A. sagt, „die verschiedene vegetative Anpassung die An- und Abwesenheit von Haarbildungen nicht bestimmt, und dass sie bei jeglicher Anpassung vorkommen"; wie denn auch Hackel[52]) von den Festuca-Arten bemerkt, dass Veränderungen der Standortsverhältnisse bezüglich der Behaarung keinen Einfluss gezeigt haben.

Die Aufnahme von Wasser durch die Trichome ist noch nicht bestimmt nachgewiesen, doch sprechen für deren Wahrscheinlichkeit, wenigstens bei gewissen Steppenpflanzen und zwar besonders am Fussende der Haare, die Beobachtungen von Volkens[53]) in der arabischen Wüste. Ob bei Trichomen der Grasblätter und vielleicht speziell bei den schon erwähnten eigenthümlichen Haaren von Tragus racemosus *Hall.*, welches doch an sandigen Orten wächst, eine derartige Funktion angenommen werden kann, darüber müssen uns fernere Untersuchungen aufklären.

---

[51]) l. c. pag. 59.
[52]) l. c. pag. 33.
[53]) Sitzungsbericht der Berl. Akademie 1886, VI pag. 77 ff.

3. Wasserspeichergewebe.

Wie bereits erwähnt, sollte die Betrachtung des Wasserspeichergewebes, welches nach Westermaiers Untersuchungen sowohl in der Epidermis, als auch in dem subepidermalen farblosen Parenchym zu suchen ist, an dieser Stelle Platz finden Nach de Bary[54]) ist dieses Gebilde, das er als „Hypoderma-Lage" bezeichnet, „ein wasserführendes dünnwandiges Parenchym, dessen Zellen mit einander und mit der Epidermis in lückenlosem Verbande stehen, bei mehrschichtigen Hypodermen nach innen zu an Grösse zunehmen, in allen diesen Beziehungen, auch in der Inhaltsbeschaffenheit also, den Elementen einer mehrschichtigen Epidermis entsprechen und von solcher nur durch ihre Herkunft zu unterscheiden sind." Die Anordnung des farblosen Parenchyms in den Gramineenblättern ist eine mannigfaltige, doch lässt sich dieselbe in zwei grössere Gruppen theilen, wie dies auch im Folgenden geschehen soll, wenn wir zwischen dem farblosen Parenchymgewebe der Mittelrippe und dem in der übrigen Lamina vorkommenden unterscheiden. Dass wir in ersterem, einer übrigens häufigen Erscheinung bei den Grasblättern, ein Gewebe vor uns haben, welches neben der Funktion als Leitungsbahn für Assimilationsproducte, besonders Stärke, zu dienen, gewiss auch als Wasserreservoir mit in Anspruch genommen wird, möge die folgende Tabelle bestätigen.

Tabelle über farbloses Parenchym.

Name.	Standort bez. Klima.	Grad der Entw.
1. Saccharum officinarum *L.*	in utraque India ... *Kth.*	st.[55])
2. Zea Mays *L.*	Amerika australis ... *Std.*	st.

[54]) l. c. pag. 427.

[55]) Es bedeutet st. = stark, m. = mittel, gr. = gering entwickelt, womit zugleich der Grad der Ausdehnung in der Mittelrippe gekennzeichnet ist.

Name.	Standort bez. Klima.	Grad der Entw.
3. Andropogon saccharatus *Roxb.*	India orientalis ... *Kth.*	st.
4. Eulalia iaponica *Trin.*	Japonia ... *Std.*	st.
5. Panicum capillare *Mich.*	in sandy fields .. *Pursh*	st.
6. Erianthus Ravennae *L.*	hab. in arenosis ad ripas ... reg. medit. Europ. .. *Bs.*	st.
7. Coix lacryma *L.*	hab. in sylvis humidis reg. flum. Amazon ... *Mart.*[56])	st.
8. Uniola latifolia *Mich.*	in shady woods among rocks ... *Pursh*	m.
9. Leersia virginica *Willd.*	in wet woods and ditches ... *Pursh*	m.
10. Triticum turgidum *L.*	fruchtbare Aecker.	m.
11. Festuca arundinacea *Schreb.*	feuchte Wiesen u. Gebüsche ... *Wg.*	m.
12. Phalaris minor *Retz.*	hab. in herbidis, cultis, ad vias ... *Bs.*	m.
13. Triticum monococcum *L.*	hab. in graminosis saepius mont. ... *Bs.*	m.
14. Danthonia provincialis *D. C.*	hab. in graminosis alp. ... *Bs.*	m.
15. Arrhenatherum elatius *M. u. K.*	hab. in pratis ... *Bs.*	gr.
16. Holcus lanatus *L.*	hab. in pratis	gr.

Hieraus geht hervor, dass zunächst Gramineen der tropischen Gegenden (1—7) ein stark entwickeltes Wassergewebe in der Mittelrippe aufweisen, was sich erklärt, wenn wir bedenken, dass doch in jenen Zonen einmal die Transpiration in Folge der mächtigen Insolation eine lebhafte ist, andrerseits die Niederschläge nur in gewissen Perioden und dann allerdings viel massenhafter auftreten, als bei uns. Ferner dient dieses Gewebe

[56]) Mart. = Martius, Flora brasiliensis.

auch dazu, die in Folge starker Thaubildungen während der Nacht niedergeschlagene Feuchtigkeit aufzunehmen, damit die Pflanze am Tage hiervon zehren kann. Jedenfalls müssten die Gräser ohne solche Vorrichtungen, sobald die regenarme Periode beginnt, viel schneller hinwelken. Aehnlich ist es bei den Wüstenpflanzen, bei denen, nach den Beobachtungen von Volkens[57]), „der Ueberschuss an Wasser, welcher während der Nacht, wo die Temperatur niedrig, die Luftfeuchtigkeit gross ist, dadurch erlangt wird, dass die Absorption die Transpiration überwiegt, eben ausreicht, um das Manko zu decken, welches während der folgenden heissen Tagesstunden durch ein umgekehrtes Verhältniss zu Stande kommt". — Wenn nun auch viele der in obiger Tabelle aufgezählten Gräser an feuchten Orten leben, so kann man doch in dem farblosen Parenchym der Mittelrippe eine wasserspeichernde Funktion annehmen, da es einmal die von Westermaier[58]) an ein Wasserspeichergewebe gestellten Ansprüche und Bedingungen (Festigkeit nach Aussen, Angrenzen an Gefäse und Assimilationsparenchym etc.) erfüllt (cfr Fig. 1, 4, 17), andrerseits sehr wohl denkbar ist, dass gerade Feuchtigkeit liebende Pflanzen, zumal in Gegenden, wo die Quellen, die ihnen bisweilen reichlich fliessen, schnell versiegen können, sich auf diese Weise dem Klima anpassen. Bei den Bewohnern nördlicher Zonen (8, 9), sowie den eigentlichen Wiesengräsern (10—16), machen gleichmässigere Vertheilung der Niederschläge über das ganze Jahr, sowie geringere Verdunstung dieses Correktionsmittel mehr entbehrlich. Desgleichen zeigen Schattengräser wie Agrostis canina *L.*, Deschampsia caespitosa *Beauv.*, Piptatherum paradoxum *Beauv.*, Poa nemoralis *L.* u. A. eben wegen ihrer vor der Sonne gedeckten Standorte kein farbloses Parenchym in der Mittelrippe; vielmehr wird es hier, wie auch bei Milium effusum *L.* grösstentheils durch chlorophyllführendes Gewebe ersetzt.[59])

[57]) Sitzungsbericht der Berl. Akademie 1886, VI pag. 79.

[58]) l. c. pag. 51 ff.

[59]) cfr. E. Stahl: „Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter pag. 14.

Bei Oryza sativa *L.*, welches auf sehr wasserreichem Boden angebaut wird, finden sich in der Mittelrippe nur einzelne Streifen farblosen Parenchyms, welche die zahlreichen Gefässbündel mit einander verbinden und ihrerseits durch grosse Hohlräume getrennt sind (Fig. 31, H). Es zeigen auch verschiedene Spezies desselben Genus hinsichtlich des Wasserspeichergewebes der Mittelrippe Verschiedenheiten, die wohl als Anpassung an den Standort anzusehen sind. Beispielsweise seien Festuca arundinacea *Schreb.* und Triticum turgidum *L.* erwähnt, die als Pflanzen feuchter Stellen, sich durch das farblose Parenchym in der Mittelrippe z. B. von Festuca glauca *Schrad.* und Triticum glaucum *Desf.*, Bewohnern trockner Standorte, unterscheiden, an dessen Stelle bei letzteren sklerenchymatische Elemente getreten sind. Im Allgemeinen findet sich reichliches farbloses Parenchym in der Mittelrippe bei annährend glatten Blättern, bei solchen mit grosser Oberfläche und bei horizontalgestellter Lamina (nicht bei Bambusa und Arundinaria), vornehmlich bei tropischen Gräsern, während es bei rinnig vertieften Blättern seltner wird, so dass z. B. die Steppengräser wie Stipa, Aristida, Macrochloa dasselbe nicht aufweisen, da sie ja reichlich farbloses Parenchym in der übrigen Lamina besitzen (besonders Aristida und Macrochloa). Dies führt uns zur zweiten Gruppe.

In der übrigen Lamina, um auf sie einen kurzen Blick zu werfen, sehen wir das farblose Parenchym oft in Längsstreifen zwischen den Gefässbündeln angeordnet, wie es bei Sesleria elongata *Host.*, Panicum virgatum *L.*, Setaria italica *L.*, Cynodon dactylon *L.*, Ctenium elegans *Kth.* u. A. der Fall ist (cfr. die Queransichten Fig. 1 f. u. 9 f.). Noch häufiger ist es um die Mestombündel als isolirte Scheide gelagert. Deutlich tritt dies u. A. hervor bei: Agrostis canina *L.*, Deschampsia caespitosa *Beauv.* (Fig. 7, s), Aira elegans *Willd.*, Aira bottnica *Wahlnbg.*, Anthoxanthum amarum *Brot.*, Bromus inermis *L.*, Digraphis arundinacea *Trin.*, Briza media *L.*, Arundo Phragmites *L.*, Holcus lanatus *L.*, Chaeturus fasciculatus *Link.* Die Funktion dieser Scheide beruht hauptsächlich darin, bei feuchtem Wetter die Aufspeicherung von Wasser zu übernehmen, um es bei Eintritt der Trockenheit wieder an das benachbarte chlorophyllführende Parenchym

abzugeben. Wissen wir doch, dass dieses letztere in hohem Grade die Fähigkeit besitzt, den angrenzenden Zellen Wasser zu entziehen. Bisweilen stehen diese Scheiden mit der Epidermis in direktem Zusammenhang, so dass dann beide als Wasserreservoire in Anspruch genommen werden (Spartina cynosuroides *Willd.*, Sporobobus pungens *Kth.*, Eleusine indica *Gaertn.*, Cynodon dactylon u. A.). Im Allgemeinen wird das farblose Parenchym in den Gramineenblättern nach der Blattscheide zu in demselben Maasse an Ausdehnung zunehmen müssen, als die Wasservorräthe wachsen. Dies bestätigt jede Vergleichung von Querschnitten, deren einer in der Nähe der Blattspitze, der andere am unteren Ende der Lamina oder an der Blattscheide entnommen wurde. Ich machte derartige vergleichende Schnitte von Gynerium argenteum *Nees.*, Bromus vestitus *Schrad.*, Hordeum bulbosum *L.*, und fand das oben Gesagte bestätigt.

4. Chlorophyllführendes Parenchym.

Im vorliegenden Kapitel wird einmal die Gruppirung und sodann die Beschaffenheit dieses Gewebes näher zu betrachten sein.

Auf dem Querschnitt gesehen ist die einfachste Anordnung diejenige, welche uns bei den meisten Wiesen- und Weidengräsern der gemässigteren Zonen (Phleum, Bromus, Arrhenatherum, Anthoxanthum, Poa u. A.), sowie bei Bambusa und Arundinaria entgegentritt: Das chlorophyllhaltende Parenchym füllt gleichmässig die Räume zwischen den Bastrippen, die ihrerseits die Gefässbündel einschliessen, aus (Fig. 10, 11, 14, 21) Eine wesentlich andere Form ist die Gruppirung des chlorophyllführenden Gewebes um die Gefässbündel in Form einer Scheide, während die Zwischenräume von schwachgrünem bis farblosen Parenchym ausgefüllt werden, eine Anordnungsweise, die wir besonders bei tropischen Gräsern antreffen (Panicum, Zea Mays, Setaria, Andropogon, Eleusine u. A.) (Fig. 1, 2, 9). Diese Chlorophyllscheiden treten entweder ganz geschlossen (Fig. 2, g) oder durchbrochen (Fig. 2, d) auf. Das Oeffnen derselben und

das Eintreten von farblosen Parenchymzellen hat jedenfalls den Zweck den Wasserverkehr zwischen den Gefässbündeln und der Epidermis zu erleichtern. Die Anordnung des Chlorophyllparenchyms endlich, wie sie die Steppengräser (Stipa, Aristida, Macrochloa u. A.) (Fig. 15) aufweisen, bei denen dasselbe an den Seiten der Rinnen liegt, ist im Grunde genommen die gleiche, wie bei den Wiesengräsern, nur dass hier eine Einschränkung desselben zu Gunsten der mechanischen Elemente eintrat. Ueber das Verhältniss dieser beiden Gewerbearten zu einander wird im folgenden Kapitel näher zu sprechen sein. Hier möge vorläufig hinsichtlich der Ausdehnung des Chlorophyllparenchyms in den Gramineenblättern die Bemerkung Duval Jouve's[60]) Platz finden, die ich bei meinen Untersuchungen bestätigt fand: „le parenchyme à chlorophylle arrive à son maximum de développement dans les espèces propres aux lieux frais et ombragés comme les bois et les prairies."

Wollen wir ferner die allgemeine Beschaffenheit des Chlorophyllparenchyms der Grasblätter in Beziehung bringen zum Standort der Pflanze, so wird oft ein lockeres und mit grösseren Hohlräumen versehenes derartiges Gewebe auf feuchten und schattigen, ein fester geschlossenes hingegen auf trocknen, sonnigen Standort hinweisen.[61])

Dementsprechend finden wir auch die grössten Hohlräume in den Blättern der Wassergräser (Glyceria spectabilis *M. u. K.*, wo sie grössere Dimensionen erreichen können, als die übrigen Gewebemassen. Weniger bedeutend sind sie in der Lamina von Dactylis glomerata *L.*, Poa pratensis *L.*, Poa sudetica *Haenke*, die in Wäldern und auf Wiesen leben und bei Sesleria elongata *Host*, bei welcher wir entsprechend den Plätzen, an denen sie vorkommt (hab. in siccis et rupestribus . . . *Bs.*), eigentlich festeres Gefüge erwarten sollten (cfr. Fig. 12, H und 16, H_1. Für das Vorkommen von Hohlräumen in der Mittelrippe bietet ausser dem bereits erwähnten Blatte von Oryza sativa *L.* (cfr. pag. 37) noch Lygeum Spartum *Loefl.* ein Beispiel.

---

[60]) l. c. pag. 353.

[61]) cfr. Areschoug l. c. pag. 516.

Wenn ferner nur die untersten Laubblätter von Dactylis glomerata *L.* Hohlräume aufweisen, während sie den oberen Stengelblättern fehlen,[62]) so dürfte dies ein Beweis für die oben aufgestellte Ansicht sein, wenn wir bedenken, dass die oberen Blätter eben wegen ihrer freieren und sonnigeren Lage dichteres Parenchym beanspruchen, als die unteren, die eng neben einander aufsprossend sich gegenseitig gewissermassen beschatten. Uebrigens differiren auch Gramineen desselben Genus, die aber in extremen Verhältnissen wachsen, hinsichtlich der Hohlräume ihrer Blätter. So zeigt z. B. die schattig wachsende Poa nemoralis *L.* dieselben in beträchtlicher Grösse, wogegen sie bei Poa compressa *L.* (hab. in siccis, ad vias . . . *Bs.*) und Poa caesia *Smith* (hab. in rupestribus apricis . . . *Bs.*) in solcher Ausdehnung fehlen. Besonders geformte Lücken, die sich beim Querschnitt elliptisch darstellen, finden wir bei den Bambusaarten (cfr. Fig. 18, 21).

Werfen wir noch einen kurzen Blick auf die einzelnen Theile des Chlorophyllparenchyms. Nach den Untersuchungen von Haberlandt[63]) finden wir bei den Gramineen besonders folgenden Typus (9) vertreten: „Das Assimilationsgewebe besteht gewöhnlich aus Pallisadenzellen. Das Ableitungsgewebe begleitet meistens in Form von Parenchymscheiden die parallel verlaufenden Gefässbündel, das Zuleitungsgewebe besteht aus quergestreckten chlorophyllführenden Zellen“ (Fig. 27 u. 29). Die Stellung der Pallisadenzellen zum Horizont ist auch in den Grasblättern eine sehr verschiedene, dagegen ist in ihrer Anordnung der Umstand constant, dass sie stets senkrecht zur Epidermis und zur Oberfläche des Organes stehen (cfr. Fig. 29). Die Gestalt und Grösse der Pallisadenzellen schwankt sehr; oft sind sie ebenso breit als lang, so dass sie mehr tafelförmig erscheinen. Diese Zellen zeigen bisweilen mehr oder weniger tiefe Faltungen in den Aussenwänden, wodurch sie sich den gewöhnlich mehr länglichen Pallisadenzellen an Gestalt nähern (cfr. Fig. 28 mit

---

[62]) cfr. Duval Jouve pag. 359.

[63]) „Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewerbesystems der Pflanzen“ in Pringsh. Jahrb. B. XIII, 1882, pag. 130.

34). Kareltschikoff[64]), welcher zuerst auf diese Eigenthümlichkeit aufmerksam machte, beobachtete sie bei Bambusa stricta, B. tecta, B. verticillata, B. latifolia, Arundinaria spathiflora, Elymus canadensis, E. arenarius, E. mollis, Calamagrostis Epigeios, C. stricta, C. Halleri, C. sylvatica; Haberlandt[65]) stellte deren Existenz bei Bambusa Simonii fest. Ich kann noch folgende Gramineen hinzufügen, an deren Blättern ich eine gleiche Erscheinung wahrnahm: Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.*, Arundinaria macrosperma *Mich.*, Elymus striatus *Willd.* Die physiologische Bedeutung dieser Wandeinfaltungen bei assimilirenden Zellen liegt nach Haberlandt vor Allem darin, dass sie die Innenfläche der Zellhaut vergrössern und so Platz schaffen für eine vermehrte Anzahl von Chlorophyllkörnern. — Unter dem meist einschichtigen Pallisadenparenchym, welches der eigentlichen Assimilation dient, treffen wir ferner auf ein Zuleitungsgewebe, um den Ausdruck Haberlandt's zu gebrauchen. Dasselbe besteht aus Zellen, die chlorophyllärmer sind als die Pallisadenschicht und sich besonders durch ihre Lage unterscheiden (Fig. 27, 28, 29). Sahen wir vorher jene erste Reihe senkrecht zur Blattfläche gestellt, so finden wir diese annähernd parallel derselben angeordnet; die Zellen strecken sich in Curven den Ableitungsbahnen der Gefässbündel und deren Parenchymscheiden entgegen, um die Assimilationsproducte von den Pallisadenzellen, dem Orte ihrer Entstehung, in die eigentlichen Leitungswege überzuführen. (Fig. 27, l.). Zwischen diesen quergestreckten Zellen finden sich meist nicht unbeträchtliche Intercellulargänge, die ebenfalls annähernd perpendikulär zu den Gefässbündelsträngen verlaufend wohl mit Haberlandt als ein Mittel anzusehen sind, die Auswanderung der Assimilationsprodukte im assimilirenden Gewebe selbst, und zwar in der Längsrichtung des Blattes, so gut wie unmöglich zu machen." Diese auch zur Durchlüftung dienenden Spalten communiciren

---

[64]) „Ueber die faltenförmigen Verdickungen in den Zellen einiger Gramineen", im Bulletin de la société imperiale des naturalistes de Moscou Tome XLI, 1868 pag. 180 ff.

[65]) Pringsh. Jakrb. XIII pag. 100 ff.

direkt mit den Athemhöhlen der Spaltöffnungen, welch letztere von zwei oder mehr gebogenen Chlorophyllzellen nach Innen begrenzt werden, zwischen denen durch Oeffnungen für den erwähnten Verkehr gesorgt ist (Fig. 20, 29 i). Das Ableitungsgewebe ist in den Parenchymscheiden zu suchen, welche die Gefässbündel ihrer Länge nach begleiten, und die bereits vorher ihre Erwähnung fanden. Hinsichtlich der allgemeinen Anordnung wird in der Regel das assimilirende Parenchym der Lichtseite zustreben, die meist mit der morphologischen Oberseite zusammenfallen dürfte. Dagegen kann bei senkrecht stehenden Organen die Lichtseite die äussere und zugleich morphologisch untere sein, wo wir dann ein derartiges Gewebe antreffen, so in der Mittelrippe von Erianthus Ravennae, Zea Mays, Oryza sativa (Fig. 4, 31) und bei Blättern von Panicum, Coix, Setaria u. A.

5. Mechanisches Gewebe.

Da die Gramineen in den verschiedenen Zonen mannigfachen äusseren Einflüssen zu trotzen haben, so muss auch der anatomische Bau ihrer Blätter hinsichtlich der Bastbündel, die doch als die eigentlichen Stützen anzusehen sind, dementsprechend eingerichtet sein, ein Umstand, welcher im Folgenden genauer betrachtet werden soll.

Zunächst hat die Mittelrippe, welche wir verschiedenartig ausgebildet finden, als Ganzes betrachtet, in erster Linie eine mechanische Funktion zu versehen, da sie der ganzen Lamina als Stütze dienen soll. Dies zeigen vor Allem die tropischen Gräsern angehörenden Blätter mit grossen Mittelrippen. Dieselben bestehen aus einem an der Oberseite gelegenen Bastband, welches als Zuggurtung wirkt, und mehreren am unteren Ende halbkreisförmig angeordneten Bastbündeln, die meist durch starkwandige Epidermiszellen mit einander verbunden und das Organ druckfest zu machen bestimmt sind.[66]) Der so ent-

[66]) cfr. Schwendener l. c. pag. 78.

standene Halbcylinder ist zum grössten Theil mit farblosem Parenchym angefüllt, über welches bereits gesprochen wurde. Diese Art der Anordnung finden wir bei vielen Paniceen u. A. Fig. 1). Speziellere Beispiele bieten die im 2. Theil pag. 57, ff. aufgezählten Gramineen der 1. Klasse. Anders ist die Mittelrippe von Poa, Sesleria, Dactylis, Brachypodium u. A. gestaltet, bei denen der an der Unterseite hervorspringende Kiel (Fig. 12, 13) an den Seiten mechanische Elemente zeigt, die das ganze Organ druckfest machen. Bei vielen andern meist annuellen und tiefrinnigen Gramineenblättern besitzt die mehr zurücktretende Mittelrippe nur wenig Bastzellen (Fig. 6 u. 8); noch andere Wiesengräser (Fig. 10, 11) und besonders die Steppengräser zeigen mehr oder minder vollständig ausgebildete „I förmige Träger“ [66]) von Bastelementen auch in der Mittelrippe. (Fig. 15).

In der übrigen Lamina treffen wir ebenfalls oft die letzte Form, am vollkommensten ausgebildet bei Steppengräsern wie Stipa, Aristida, Macrochloa (Fig. 15), ferner bei Bambusa Phyllostachys (Fig. 21), Phleum prasense *L.*, Melica nutans *L.*, Festuca arundinacea *Schreb.*, Bromus purgans *L.* und vielen Andern. (Fig. 10, 11, 12). Bei andern erscheinen grössere Bastbündel korrespondirend an der Ober- und Unterseite der Epidermis, wie es bei Arundo Donax *L.*, A. Phragmites *L.*, Setaria viridis *Beauv.*, Panicum capillare *L.* u. A. der Fall ist; bei rinnig vertieften Blättern wie Aira elegans *Willd.*, Deschampsia caespitosa *Beauv.* und vielen annuellen Gramineen finden wir sie an der Spitze und in der Mitte der Basis der Prismen und unter den rinnigen Vertiefungen (Fig. 6, 7, 8). Festuca glauca *Schrad.*, Festuca orina *L.* u. A. zeigen auf der Unterseite ein aus mehreren Reihen mechanischer Zellen bestehendes und ununterbrochen von einem Blattrande bis zum andern fortlaufendes Band und dafür an der Oberseite weniger Bast. Endlich finden sich noch Bastbündel an den Rändern der Grasblätter, welche ebenfalls von verschiedener Mächtigkeit erscheinen, und auf dem Querschnitt betrachtet als Füllung der äussersten Randspitze auftreten (Fig. 19). Ihre Hauptaufgabe besteht darin, das Blatt vor dem Einreissen, etwa in Folge heftigen Hin- und Herbewegens vom Winde, zu schützen. Im Innern kann die

Festigung durch Anastomosen hergestellt werden, welche als Querverbindungen zwischen den Nerven auftreten. Besonders stark ausgebildet finden sie sich in den Blättern von Bambusa mitis *Poir.*, B. arundinacea *Willd.*, Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.*, Arundinaria falcata *Nees.*, A. macrosperma *Mich.*, Zea Mays *L.*, Centotheka lappacea *Beauv.* u. A. Wo sie schwächer gestaltet sind, — und sie fehlen wohl bei keinem Grasblatt — wird ihnen diese schützende Funktion wohl weniger zukommen, sie dienen dann zum Verkehr der Gefässbündel unter einander. Es wird daher angebracht sein, diese Verzweigungen im folgenden Abschnitt näher zu betrachten (cfr. Fig. 22 mit Fig. 30).

Ein Ueberwiegen des mechanischen Elements in den Gramineenblättern wird überhaupt nur auf Kosten der übrigen Gewebe möglich, es sei denn, dass die Anlage des ersteren z. Thl. ausserhalb des Niveaus der Lamina stattfindet. So sehen wir bei Arundo Phragmites *L.*, Pennisetum villosum *R. Br.*, Panicum plicatum *Lam.*, Triodia decumbens *Beauv.* (Fig. 10) die Bastbündel über das Niveau der übrigen Epidermis hervortreten.

Wenn nun auch ausser Zweifel steht, dass überall dort, wo sich reichliche Bastanlagen vorfinden, dieselben in erster Linie der Festigung dienen werden, so können jedoch auch, wie Haberlandt[67]) u. A. darauf hinweist, dünnwandige Zellen zur Erhaltung der Eigengestalt der Pflanze und ihrer Organe wirksam sein, vorausgesetzt, dass sie den nöthigen Turgescenzgrad besitzen. Hierin dürfte vielleicht eine Erklärung für die Thatsache zu suchen sein, dass Gräser trockner Standorte häufig reichlichere Bastmassen aufweisen, als solche feuchter. Da nun letztere in Folge des beständig genügenden Wasservorrathes, der ihnen geboten wird, ihre Gewebe immer in demjenigen Turgescenzzustande zu erhalten vermögen, der sie in den Stand setzt, manchen äusseren Einflüssen in Bezug auf Biegungsfestigkeit zu trotzen, so bedurften sie natürlich nicht so reichlicher Bastelemente, als jene erstgenannten Gramineen, bei welchen gemäss des Standortes der Turgor der Zellen ein viel zu schwankender ist, als dass auf ihn die Festigkeit wesentlich

[67]) Physiolog. Anat. pag. 97.

mit hätte basirt werden können. Sie sind also vornehmlich auf Bastzellen angewiesen. Volkens[68]) sieht in der mit der Trockenheit des Standortes steigenden Zunahme der quantitativen Ausbildung der mechanisch wirksamen Elemente einen Ausdruck für das Bestreben aller Pflanzen heisser und trockner Klimate, ganz im Allgemeinen eine möglichst grosse Zahl ihrer Elementarorgane durch Verdickung der Wände auf Kosten des Lumens in feste, wenig oder gar nicht turgescenzfähige Zellen umzuwandeln. Später stellt er weiter den Satz auf: „alle todten und dickwandigen Elemente innerhalb des Pflanzenleibes bilden in ihrer Gesammtheit ein Wasserreservoir", was mit der von Duval Jouve[69]) ausgesprochenen Ansicht übereinstimmt. Mag dem nun sein, wie ihm wolle, ein gewisses Verhältniss zwischen der Quantität der mechanischen Elemente im Blatt und dem Standort der betreffenden Pflanze wird man jedenfalls anzunehmen berechtigt sein. Genaueres möge die folgende Zusammenstellung ergeben.

Tabelle über die Quantität von Bastelementen.

I. Gramineenblätter mit reichlicher Bastentwickelung.

Name.	Standort.	Veg. Dauer
1. Aristida pungens *Desf.*	hab. in desertis Egypti . . . *Bs.*	♃
2. Stipa capillata *L.*	hab. in siccis mont. . . . *Bs.*	♃
3. Elymus arenarius *L.*	auf Flugsand, an Strand-Dünen . . . *Wg.*	♃
4. Festuca glauca *Schrad.*	crescit in locis rupestribus . . . *H.*	♃
5. Macrochloa tenacissima *Kth.*	spanische Steppen . . . *Grs.*	♃

[68]) „Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane." pag. 28 u. 43.

[69]) l. c. pag. 344 ff.

Name.	Standort.	Veg. Dauer
6. Triodia decumbens *Beauv.*	auf trocknen Hügeln, Bergtriften ... *Wg.*	♃
7. Sporobolus pungens *Kth.*	hab. in arenosis marit. ... *Bs.*	♃
8. Spartina cynosuroides *Willd.*	Sinus Hudsonis, Virginia ... *Kth.*	♃

II. Gramineenblätter mit geringer Bastentwickelung.

Name.	Standort.	Veg. Dauer
1 Alopecurus geniculatus *L.*	hab. in humidis, ad fossas ... *Bs.*	⊙
2. Crypsis choenoides *Lam.*	hab. in humidis ... *Bs.*	⊙
3. Cornucopiae cucullatum *L.*	hab. ad fossas, sepes ... *Bs.*	⊙
4. Lepturus filiformis *Trin.*	hab. in arenosis humidis ... *Bs.*	⊙
5. Panicum virgatum *L.*	on river sides ... *Pursh*	⊙
6. Glyceria spectabilis *M. u. K.*	am Rande von Gewässern ... *Wg.*	♃
7. Digraphis arundinacea *Trin.*	hab. ad ripas et fossas ... *Bs.*	♃
8. Melica nutans *L.*	in schattigen Wäldern ... *Koch*	♃

Aus vorstehender Tabelle geht hervor, dass reichliche Bastelemente aufweisen einmal Gräser trockner und sonniger Standorte (I, 1—7) und daneben auch solche nördlicherer Gegenden (I, 8). Sämmtliche sub 1 genannte sind dabei perennirend. Wenig entwickelt ist dagegen das mechanische Gewebe bei feuchte und schattige Stellen bewohnenden Gramineen (II, 1—8, besonders bei annuellen Gräsern (II, 1—5). Eine Vergleichung der Blätter von Elymus arenarius *L.* (I, 3) mit Elymus striatus

Willd. (wächst „in shady situations“ ... *Prsh.*) ergab das gleiche Resultat und beweist, welche Verschiedenheiten sogar bei demselben Genus durch den Standort auch in dieser Beziehung bedingt sein können. Während nämlich ersteres Gras starke Bastentwickelung und eine rinnige Blattoberfläche zeigt, erscheint letzteres bei bedeutend reducirten Bastanlagen ziemlich glatt. Zwischen den beiden Gruppen der Tabelle (I und II), welche ziemlich extreme Verhältnisse darstellen, stehen nun viele Wiesengräser und die Bambusen in der Mitte, sie neigen sich je nach dem Boden und dem Klima, in welchem sie wachsen, mehr der Gruppe I oder II zu. Im Ganzen bewahren die Wiesengräser ein gutes Mittelverhältniss zwischen Bast und Parenchymelementen, welches sie einestheils fähig macht, der Ungunst der Witterung genügend Trotz zu bieten und andrerseits doch noch zur Nahrung für das Vieh geeignet.[70]). Daher liefern auch Flussniederungen (Marschgegenden etc.) so vorzügliche Grasweiden, indem hier die reiche Feuchtigkeitszufuhr zu Gunsten des Parenchyms wirkt. Auch die Untersuchungen Duval Jouve's[71]) bestätigen dies, wenn er sagt: „les expositions sèches et chaudes favorissent le développement du tissu fibreux hypodermique, l'ombre et l'humidité le reduissent.“ Es wird mithin das Verhältniss von Bastelementen zu den übrigen Geweben des Grasblattes für Rückschlüsse auf Standort und wohl auch Vegetationsdauer der betreffenden Pflanze von Bedeutung sein. Natürlich sind die durch den Standort bedingten Veränderungen bezüglich der Bastelemente bei ein und derselben Pflanze nur innerhalb gewisser Grenzen möglich, und gilt auch hier das von Duval Jouve[72]) Gesagte: la disposition demeure absolument la même et la différence ne porte que sur le nombre des fibres et sur l'épaissement de leurs parois.“ Schliesslich sei noch kurz erwähnt, dass die Festigkeit einer einzelnen Bastzelle abhängig ist von dem Querdurchmesser ihrer Wandung und der dadurch bedingten Grösse des Lumens; je enger das-

[70]) cfr. Grisebach, l. c. B. II, 418 über Ichugras und Thyrsa.
[71]) l. c. pag. 367.
[72]) l. c. pag. 343.

selbe, um so widerstandsfähiger und geeigneter zu mechanischen Zwecken gilt im Allgemeinen eine Zelle, da ja, wie Schwendener[73]) sagt, eine Erweiterung des Lumens der Bastzellen auf Kosten der Festigkeit geschieht.

6. Die Gefässbündel und deren Anordnung.

Die Gefässbündel in den Gramineenblättern kommen stets in Verbindung mit Bastzellen vor und liegen häufig in grössere Bastzellmassen eingebettet. Nur die letzten Auszweigungen und bisweilen auch die Anastomosen, welche dann nur aus Tracheiden bestehen, machen hiervon eine Ausnahme. Ebenso finden sich die Baststränge nicht immer mit Gefässbündeln in ihrer Mitte, vielmehr fehlen dieselben den Zuggurtungen über den grossen Mittelrippen und oft auch den Bastbündeln an den Blatträndern (cfr. Fig. 1 z und Fig. 19). Das Gefässbündel selbst wird von einer aus Bastzellen bestehenden Scheide umgeben, und sind die Wände dieser Zellen bald allseitig (Bambusa, Arundinaria, Uniola latifolia *Mich.* u. A), bald nur einseitig verschieden stark verdickt. Diese allgemein bei den Gräsern sich findenden Bastscheiden grenzen ihrerseits wieder entweder an Chlorophyllparenchym (Aeluropus laevis *Trin.*, Spartina cynosuroides *Willd.* u. A.) oder an Prosenchym (Macrochloa tenacissima *Kth.*) oder, und dies ist der häufigste Fall, an Wassergewebe von farblosem Parenchym. Diese Bastscheiden übernehmen speziell eine schützende Funktion, was u. A. daraus hervorgeht, dass sie an derjenigen Seite, an welcher sie den Siebtheil umgeben, der bei seinem zarten Bau sehr schutzbedürftig ist, meist stärker sind, als an der nach oben gekehrten, wo sie dünner werden, ohne jedoch ganz zu verschwinden. Dazu ist das Leptom oft durch eine besondere Querwand von Bastzellen gedeckt, die zwischen ihm und dem Hadrom hindurchführt. (Panicum, Lygeum Spartum *Loefl.*, Arundo Phragmites *L.*, Leersia virginica *Willd.* u. A. (cfr. Fig. 16, 17, 28, s).

---

[73]) l. c. pag. 110.

Häufig erfährt das Hadrom eine Lockerung durch Intercellulargänge von verschiedener Ausdehnung; am grössten erscheinen sie in den Gefässbündeln an der Unterseite grosser Mittelrippen mit Wassergewebe, besonders bei tropischen Pflanzen (Zea Mays *L.*, Saccharum officinarum *L.*, Coix lacryma *L.*, Erianthus, Eulalia u. A.)

Die Hauptrichtung der Gefässbündel in den Gramineenblättern läuft bekanntlich annähernd parallel zur Längsachse des Organs, und zwar kann man mit Duval Jouve[74]) in dieser Beziehung drei Formen unterscheiden:

1) Alle sind von der Blattbasis an isolirt, die von der Mitte entferntesten sind die kürzesten (Uniola latifolia *Mich.*, Arundo Phragmites *L.* u. A.)

2) Alle sind von der Basis an isolirt und von gleicher Länge, die Ränder der Lamina sind parallel (Poa pratensis *L.*, Sesleria, Dactylis glomerata *L.* u. A.).

3) An der Basis sind alle Bündel in der Mittelrippe vereinigt, sie trennen sich nur allmählich von ihr, die innersten sind die kürzesten, die Lamina ist lanzettlich. (Panicum plicatum *Lam.*, Erianthus Ravennae *Beauv.* u. A.).

Diese Hauptstränge sind nun, wie bereits erwähnt, vielfach durch Anastomosen mit einander verbunden, welche bald leiterartig zwischen zwei benachbarten Hauptnerven angeordnet sind, bald in geraden Linien von einem Hauptstrang zu andern sich fortziehen, bald auch mehrfache Windungen machen, sodass wir oft ein vielfach verzweigtes Netz von Anastomosen antreffen. (Fig. 22 u. 32). Diese letzeren müssen sich nämlich, um die Kommunikation der Hauptbahnen herzustellen, durch das Schwammparenchym des Zuleitungsgewebes hindurchwinden, wie Fig. 30 zeigt. Die Anastomosen, welche nach Koch's[75]) spezielleren Untersuchungen meist aus Tracheiden bestehen, sind, wie schon Duval Jouve[76]) sagt, bei jedem Grasblatt zu ver-

[74]) l. c. pag. 366.

[75]) Alfred Koch, „Ueber den Verlauf und die Endigungen der Siebröhren in den Blättern (Inaug.-Dissert. Strassbg. 1884).

[76]) l. c. pag. 306 u. 307.

muthen. Ich habe daher von jeder Tribus und Subtribus der Bentham und Hooker'schen Anordnung ein oder mehrere Vertreter darauf hin geprüft und konnte überall diese Anastomosen finden. — Wie bekannt, endigen die Gefässbündel der Grasblätter mit ihren letzten Ausläufern frei im Parenchym und zwar meist am Rande oder in der Nähe der Blattspitze (Fig. 32). Ueber denselben finden sich nach de Bary [77]) bei einigen Blättern an der Spitze des Blattes Risse, aus denen zu Zeiten Wassertropfen ausgepresst werden. Sie lassen sich bei Zea, Triticum, Secale u. A. wahrnehmen und sind leicht erkenntlich, wenn man die Blattspitzen besagter Gräser auf einem Objektträger erwärmt; man sieht dann an der Spitze durch diese Risse einen Strom von Gasblasen austreten.

Hinsichtlich der Stärke theilt Duval Jouve [78]) die Mestombündel in faisceaux primaires, secondaires et tertiaires, je nachdem sie die einzelnen Theile (Leptom und Hadrom) in grösserer oder geringerer Vollkommenheit besitzen. Es finden sich nun die verschiedensten Combinationen dieser drei Bündelarten in den Blättern der Gramineen, wofür die folgende Zusammenstellung einige Beispiele bieten mag, und zwar wurden auf Querschnitten die Gefässbündel gezählt und daraus die folgenden Verhältnisse der primären zu den beiden andern ermittelt.

Name.	Verhältniss.	Name.	Verh.
1. Panicum capillare *L.*	1 : 5—6	6. Neurachne alopecuroides *R. Br.*	1 : 1—2
2. Coix lacryma *L.*	1 : 11-14	7. Andropogon saccharatus *Roxb.*	1 : 7—8
3. Leersia virginica *Willd.*	1 : 6—7	8. Phalaris minor *Retz*	1 : 2—3
4. Rhynchelythrum grandifl. *Hochst.*	1 : 6—7	9. Aristida pungens *Desf.*	1 : 1
5. Anthephora elegans *Schreb.*	1 : 9—10	10. Phleum pratense *L.*	1 : 1—2

[77]) l. c. pag. 57.
[78]) l. c. pag. 333.

Name.	Verh.	Name.	Verh.
11. Sporobolus pungens *Kth.*	1 : 2—4	19. Lamarkia aurea *Moench*	1 : 3
12. Calamagrostis sylvat. *D. C.*	1 : 2—3	20. Molinia coerulea *Moench*	1 : 3—4
13. Aira bottnica *Wahlnbg.*	1 : 1	21. Melica nutans *L.*	1 : 3
14. Avena dictichophylla *Vill.*	1 : 1—2	22. Briza media *L.*	1 : 1
15. Cynodon dactylon *L.*	1 : 4	23. Triticum turgidum *L.*	1 : 1—2
16. Pappophorum Schimp. *Hochst.*	1 : 4	24. Psilurus nardoides *Trin.*	1 : 2—3
17. Triodia decumbens *Beauv.*	1 : 2	25. Hordeum bulbosum *L.*	1 : 3
18. Arundo Phragmites *L.*	1 : 5	26. Arundinaria macrosperma *Mich.*	1 : 3
		27. Bambusa mitis *Poir.*	1 : 5—7.

Es geht aus vorstehender Tabelle die grosse Mannigfaltigkeit in der Anordnung der Gefässbündel hervor. Im Besondern dürfte es auffallen, dass bei Vertretern der Series A (nach Bentham und Hooker), so bei 1—5 und 7 der Tabelle, bedeutend mehr schwache Mestombündel zwischen zwei starken sich finden, als bei den meisten der übrigen, die, mit Ausnahme von 6, den Poaceen (Series B) angehören. Die Gräser 18 und 27 stehen in dieser Beziehung in der Mitte. Ettingshausen[79]) hat speziellere Untersuchungen über die verschiedenen Grade der Stärke und Distanz der Nerven der Grasblätter angestellt, doch gelang es mir nicht, zwischen den von ihm aufgestellten Gruppen und den Standortsverhältnissen bestimmte Beziehungen herauszufinden, ein Ergebniss, welches mit demjenigen der vorstehenden Tabelle übereinstimmt, aus der ja

[79]) „Beitrag zur Kenntniss der Nervation der Gramineen", in den Sitzungsberichten d. kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. LII (12. Oct. 1865).

auch keine bestimmten Gesetze sich ermitteln lassen. Inwieweit der Mediannerv und dessen Bau zu klimatischen Verhältnissen in Beziehung steht, darüber ist bereits früher gesprochen worden.

Uebrigens liegen die Gefässbündel der Gramineenblätter nicht immer in derselben Ebene im Blatte, wenn dies auch der häufigste Fall ist. So verlaufen z. B. die Gefässbündel in den Prismen einiger tief rinniger Blätter (Aira, Agrostis, Deschampsia, Macrochloa, Stipa) in verschiedenem Niveau (Fig. 7 und 8). Ferner zeigen die grossen Mittelrippen mit reichlichem Wassergewebe die Mestombündel unter demselben in Form eines Halbcylinders angeordnet (Fig. 1), noch andere (Leersia virginica *Willd.*, Oryza sativa *L.*) besitzen Gefässbündel sowohl oberhalb, als auch unterhalb des farblosen Parenchyms ihrer Mittelrippe (Fig. 5 G und 31 G.). Bei Bambusa mitis *Poir*, Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.* u. A. findet man in dem Sklerenchym, welches den Mediannerv ausfüllt, ebenfalls mehrere in verschiedenem Niveau liegende Mestombündel eingebettet (Fig. 21, G).

In jedem Falle bleibt aber der Verlauf und die Anordnung der Gefässbündel unabhängig von dem Medium, in welchem die Pflanze wächst.[80])

7. Résumé und Schlussfolgerung.

1. Der Zusammenhang der Blätter der Gramineen mit dem Klima und dem Standort ist ein enger und mannigfaltiger. Er äussert sich in der Beschaffenheit der Epidermis, sowie der Qualität und Quantität der parenchymatischen und sklerenchymatischen Gewebe. Die Anordnung der Gefässbündel ist unabhängig vom Medium, in welchem die Pflanze lebt.

2. Schon die Stellung der Grasblätter zu den einfallenden Lichtstrahlen der Sonne ist als Anpassung an das Klima anzusehen, wie auch die rinnig vertiefte Gestalt in manchen Fällen

[80]) cfr. auch de Bary l. c. pag. 318.

als eine solche, wenn auch nur mittelbare, betrachtet werden kann.

3. Das Hautgewebe der Gramineenblätter vermag sich durch Cutikularisirung und Verdickung der Epidermiszellen, durch festes Aneinanderfügen derselben vermittelst Wellung der Seitenwände, durch Anbringen der Spaltöffnungen an besonders geschützten Stellen, geeignete Haarbedeckung und durch Wachsüberzüge dem Klima anzupassen. Die Zwergzellen finden sich vorwiegend dort, wo zugleich die übrigen Epidermiszellen stark gewellte Wände besitzen.

4. Das farblose Parenchym, welches als Wasserspeichergewebe funktionirt, muss bei den tropischen und den Steppengräsern, bei denen es besonders reich entwickelt ist, als eine Anpassung an das Klima angesehen werden.

5. Das chlorophyllführende Parenchym füllt im Allgemeinen den Raum zwischen den Blattnerven aus, soweit daselbst nicht die der Wasserspeicherung dienenden Zellen mit farblosem Inhalt Platz haben. Bei tropischen Gräsern, besonders aus der Reihe der Paniceen und Chlorideen, tritt dasselbe in deutlichen, die Gefässbündel vollständig oder partiell umschliessenden Scheiden auf, bei rinnig vertieften Steppengräsern liegt es an den Seiten der Rinnen. Das Assimilationsgewebe besteht aus verschiedengestalteten Zellen (oft sind es langgestreckte Pallisadenzellen), senkrecht zur Richtung der Gefässbündelstränge läuft das Zuleitungsgewebe. Die zwischen demselben vorhandenen Intercellularlücken weisen oft, je nachdem sie grösser oder kleiner sind, auf einen feuchten oder trocknen Standort der Pflanze hin. Ebenso nehmen die Luftgänge mit der Feuchtigkeit des Standortes zu, sodass Wassergräser sie besonders ausgedehnt zeigen. Die Gramineen der Savanen und feuchteren Wiesen und Wälder haben im Allgemeinen reich entwickeltes chlorophyllhaltendes Parenchym, was sie zu guten Futtergräsern macht.

6. Die Bastelemente in den Grasblättern haben in erster Linie, gleich wie das Knochengerüst der Thiere, das ganze Organ zu stützen. Zu diesem Zwecke treten in den Blättern, deren Mittelrippe reichlich farbloses Parenchym enthält, a. U.

Druck- und a. O. Zuggurtungen auf, während die Mittelrippe der andern Gräser sowie ihre übrige Lamina die Form der I-förmigen Träger in mehr oder weniger vollkommener Gestalt zeigen. Dass mit der Trockenheit des Standortes auch die Bastelemente in den Grasblättern zunehmen, ist eine vielfach beobachtete, jedoch noch nicht genügend erklärte Thatsache. Die Vertheilung der Bastelemente, insoweit diese die Ursache der Schliessbewegungen der Grasblätter sind, kann als ein, wenn auch indirektes, Anpassungsmittel an Klima und Standort betrachtet werden.

7. Die Gefässbündel, welche von einer Scheide aus Bastzellen umgeben sind, zeigen im Ganzen grosse Uebereinstimmung. Sie verlaufen unter sich parallel in der Blattfläche und sind durch reich verzweigte Anastomosen mit einander verbunden. Es wechseln Mestombündel von verschiedener Stärke ab, ohne dass jedoch hierin eine bestimmte Beziehung zu klimatischen Verhältnissen wahrzunehmen ist. Von der allgemeinen Anordnung der Gefässbündel in demselben Niveau der Blattfläche machen die pag. 52 erwähnten Arten eine Ausnahme.

II. Versuch einer Gruppirung der Gramineen auf Grund der anatomischen Structur ihrer Laubblätter.

In der Regel wird man die reproduktiven Organe (Blüte, Samen) einer Pflanze als Eintheilungsgrund für eine Klassificirung verwenden, vegetative (Wurzeln, Blätter) werden sich meist weniger dazu eignen, weil sie sich ja zu sehr von äusseren Einflüssen abhängig und umbildungsfähig zeigen. Wo nun dennoch eine derartige Gruppirung versucht wird, wie im Folgenden geschehen soll, wird dies nicht wohl möglich sein, ohne dabei auf Klima und Standort zu rekurriren. Es würde aber eine eingehende und bis ins Detail etwa fortgesetzte Theilung schliesslich zur Aufzählung von lauter Individuen führen, deren Blätter sich oft fast gleich, aber doch durch äussere Einflüsse hier und dort verändert erwiesen. Daher sollen die Gramineen, soweit ich sie untersuchte, nur in einige grössere Klassen angeordnet werden, welche sich durch gewisse Eigenthümlichkeiten in der anatomischen Struktur ihrer Laubblätter von einander absondern.

Als ich in Griesebach's trefflichem Werke auf Seite 11 ff. des ersten Bandes in der Uebersicht der Vegetationsformen die Gräser überblickte, fand ich hier schon eine Eintheilung gegeben, welche sich zwar nur auf Aeusserlichkeiten stützt, aber doch auch durch innere Strukturverschiedenheiten begründen lässt. Ich habe dieselben daher meiner Gruppirung zu Grunde gelegt. Wenn nun auch die annuellen Gräser[82]) keine beson-

[82]) Grisebach, Band I pag. 14 Nummer 50.

dere Gruppe bilden werden, wie schon der erste Theil dieser Arbeit öfter zeigte, ferner die Cyperaceenform[83]) ausgeschlossen, dafür aber die der Bambusen[83]) mit eingerechnet werden soll, so behalte ich doch die drei ersten Gruppen[83]) mit ihren Bezeichnungen Wiesen-, Steppen- und Savanengräser bei. Dass sich hierbei manche Abweichungen von der Anordnung, welche Bentham und Hooker aufgestellt haben, ergeben müssen, geht schon aus den verschiedenen Eintheilungsprinzipien, deren bereits oben gedacht, hervor. Es lassen sich 4 Hauptgruppen aufstellen:

I. Savanengräser,
II. Wiesengräser,
III. Bambusen,
IV. Steppengräser.

Jede derselben wird einige Unterabtheilungen aufweisen. Es sind überhaupt in den Gruppen nur Vertreter angeführt, deren Blätter selbst untersucht worden, während die Angaben über die allgemeine Verbreitung dem erwähnten Werke von Grisebach entnommen wurden. Zur Vergleichung mit der Klassifikation von Bentham und Hooker wird stets die Tribus resp. Subtribus derselben beigefügt werden, woraus schon die grössere oder geringere Uebereinstimmung ersichtlich wird.

I. Gruppe. Savanengräser.

Verbreitung:

Indisches Monsungebiet, Sudan, Mexiko, Westindien, Südamerikanisches Gebiet diesseits des Aequators, Hylaea, Gebiet des äquatorialen Brasilens, Australien, Mittelmeergebiet z. Theil. In anderen Gebieten vereinzelt oder kultivirt.

Typus und Bau der Blätter.

Grösse und Stellung der Blätter sehr verschieden, dabei üppige Ausbildung, Form ziemlich glatt, deutliche Mittelrippe

---

[83]) Grisebach l. c. Band I pag. 11 ff. Nummer 51, 7, 47, 48, 49.

mit Wasserspeichergewebe und zahlreichen Gefässbündeln unter derselben, bisweilen auch darüber. Die Chlorophyll haltenden Parenchymscheiden um die Mestombündel sind meist deutlich ausgeprägt. Eines dieser beiden letzten Merkmale ist jedem hier aufgezählten Blatte eigen. Die Seitenwände der Epidermiszellen sind meist stark gewellt, Gräser zum Theil annuell.

1. Klasse. (Figur 1.)

Die Mittelrippe hat durchweg reichliches Wasserspeichergewebe, welches a. O. durch ein Bastband geschützt wird, a. U. liegen Parenchym und zahlreiche Bast- und Mestombündel. Die Chlorophyllhaltenden Scheiden in der ganzen Lamina deutlich ausgeprägt.

Name.	nach B. u. H. gehörig zu:	Veg. Dauer.
Paspalum stoloniferum *Bosc.*	Paniceen	⊙
Panicum capillare *L.*	„	⊙
Panicum virgatum *L.*	„	♃
Panicum sanguinale *L.*	„	⊙
Panicum plicatum *Lam.*	„	♃
Oplismenus Crus galli *Kth.*	„	⊙
Setaria italica *Kth.*	„	⊙
Setaria viridis *Beauv.*	„	⊙
Cenchrus spinifex *Cav.*	„	⊙
Pennisetum villosum *R. Br.*	„	⊙
Lappago racemosa *Willd.*	Anthephoreae	⊙
Anthephora elegans *Schreb.*	„	⊙
Saccharum officinarum *L.*	Andropogoneae	♃
Saccharum spontaneum *L.*	„	♃
Imperata cylindrica *Beauv.*	„	♃
Imperata sacchariflora *Maximowicz*	„	—
Anthistiria australis *Brown*	„	—
Erianthus Ravennae *Beauv.*	„	♃
Erianthus saccharoides *Michx.*	„	♃

Name.	nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Erianthus strictus *Baldw.*	Andropogoneae	—
Eulalia iaponica *Trin.*	„	4
Andropogon saccharatus *Roxb.*	„	⊙
Coix lacryma *L.*	Maydeae	⊙
Zea Mays *L.*	„	⊙
Chloris truncata *Brown*	Chlorideae	4
Eragrostis poaeformis *Link*	Eragrosteae	⊙

2. Klasse. (Figuren 5 und 31.)

Die Mittelrippe zeigt über und unter dem Wasserspeichergewebe chlorophyllführendes Parenchym und Gefässbündel; die Chlorophyllscheiden um die Mestombündel wenig ausgeprägt.

Name.	nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Oryza sativa *L.*	Oryzeae	⊙
Leersia virginica *Willd.*	„	4

3. Klasse. (Figur 17.)

Die Mittelrippe zeigt das farblose Parenchym a. U. Dasselbe läuft in starker Ausbildung an der unteren Fläche fort und umgibt die Gefässbündel. Chlorophyllhaltende Scheiden fehlen.

Name.	nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Gynerium argentum *Nees.*	Arundineae	4

4. Klasse. (Figur 9.)

Das Wasserspeichergewebe der Mittelrippe entweder sehr reducirt oder gar nicht mehr vorhanden, dagegen sind die chlorophyllhaltenden Parenchymscheiden deutlich ausgeprägt. Bei einigen finden sich oben besonders grosse Gelenkzellen.

a) Die Bastelemente noch gering entwickelt.

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Rhynchelythrum grandiflorum *Hochst.*	Tristegineae	—
Crypsis schoenoides *Lam.*	Phalarideae	⊙
Eleusine indica *Gaertn.*	Chlorideae	⊙
Cynodon dactylon *L.*	„	4
Ctenium elegans *Kth.*	„	—
Aeluropus laevis *Trin.*	Eufestuceae	4

b) Die Bastelemente treten schärfer hervor. Daher könnte diese Abtheilung auch zu den Steppengräsern gezählt werden. Die Anordnung des Parenchyms war der Grund für die Einschaltungen an dieser Stelle.

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Neurachne alopecuroides *R. Br.*	Euzoysieae	2
Spartina cynosuroides *Willd.*	Paniceen	2
Sporobolus pungens *Kth.*	Sporoboleae	2
Pappophorum scabrum *N. ab E.*	Pappophoreae	2
Pappophorum Schimperianum *Hochst.*	„	2
Arundo Donax *L.*	Arundineae	2
Arundo Phragmites *L.*	„	2

II. Gruppe. Wiesengräser.

Verbreitung.

Arktische Flora zum Theil, Waldgebiet des östlichen Continents, Australien in seinen Marschen, Waldgebiet des westlichen Continents, kalifornisches Küstengebiet, Pampas und Prärie-gebiet zum Theil, theilweise in den Tropen und in Sudan.

Typus und Bau der Blätter.

Im Allgemeinen ist die Entwicklung der Blattorgane in Folge des Klimas weniger üppig, als in der Gruppe I, sie sind kleiner, aber ihre Anzahl an einer Pflanze steigt, wodurch die eigentlichen Rasennarben entstehen. Die Mittelrippe, welche theils mit geringem, theils ohne Wassergewebe (abgesehen von den farblosen Parenchymscheiden der Gefässbündel) auftritt, ist weniger stark entwickelt und weist nur ein Gefässbündel, in der Regel in der Mitte derselben liegend, auf. Die übrige Lamina besteht überwiegend aus Chlorophyllparenchym, welches bisweilen von grossen Hohlräumen unterbrochen wird. In dasselbe sind in bestimmten Entfernungen Gefässbündel, die oft mit Bastelementen verbunden sind, eingelagert. Die Gesammtform erscheint bald annähernd glatt, bald rinnig vertieft; in jedem Prisma verlaufen ein, seltner mehrere, Gefässbündelstränge. Gräser theils perennirend, theils annuell.

1. Klasse (Figur 14, 11).

a) Mittelrippe mit verschiedenen Reihen farbloser Parenchymzellen, annähernd glatte Gestalt der Blattfläche. (Fig. 14).

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Beckmannia erucaeformis *Host.*	Paniceen	♃
Phalaris minor *Retz*	Phalarideae	☉
Milium effusum *L.*	Stipeae	♃
Cinna mexicana *Link*	Euagrosteae	♃
Polypogon monspeliensis *Desf.*	„	☉
Holcus lanatus *L.*	Euaveneae	♃
Arrhenatherum elatius *M. u. K.*	„	♃
Danthonia provincialis *D. C.*	„	♃
Cynosurus echinatus *L.*	Sesleriеae	☉
Diarrhena americana *Beauv.*	Meliceae	♃
Festuca arundinacea *Schreb.*	Eufestuceae	♃
Uniola latifolia *Mich.*	„	♃
Triticum turgidum *L.*	Triticeae	☉
Triticum monococcum *L.*	„	☉
Triticum dicoccum *Schrank.*	„	☉
Triticum durum *Desf.*	„	☉
Aegilops squarrosa *L.*	Elymeae	☉
Critho Aegiceras *Hork.*	„	☉

b) die Mittelrippe, welche kein Wassergewebe mehr aufweist, tritt mehr zurück, ziemlich glatte Form noch vorherrschend; zwischen jedem Bast- und Gefässbündelstrang finden sich auf der Oberseite Gelenkzellen, welche oft von beträchtlicher Grösse erscheinen. (Figur 11).

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Anthoxanthum amarum *Brot.*	Phalarideae	♃
Digraphis arundinacea *Trin.*	„	♃
Hierochloa borealis *R. et S.*	„	♃
Phleum pratense *L.*	Phleoideae	♃
Calamagrostis sylvatica *D. C.*	Euagrosteae	♃

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Gastridium australe *Beauv.*	Euagrosteae	☉
Avena distichophylla *Vill.*	Euaveneae	♃
Piptatherum paradoxum *Beauv.*	Stipeae	♃
Piptatherum multiflorum *Beauv.*	„	♃
Melica nutans *L.*	Meliceae	♃
Melica Cretica *Boiss.*	„	♃
Briza media *L.*	Eufestuceae	♃
Bromus vestitus *Schrad.*	„	☉
Bromus inermis *L.*	„	♃
Bromus purgans *L.*	„	♃
Bromus asper *Murray*	„	♃
Brachypodium pinnatum *Beauv.*	„	♃
Poa albida *Turcz*	„	—
Secale montanum *Guss.*	Triticeae	♃
Triticum glaucum *Desf.*	„	♃
Hordeum bulbosum *L.*	Elymeae	♃
Elymus striatus *Willd.*	„	♃
Castellia tuberculata *Tineo*	„	☉

Es sei noch bemerkt, dass die beiden Abtheilungen a und b sehr eng zusammengehören.

2. Klasse. (Fig. 12 und 13, 16.)

Die Mittelrippe, welche nur ein Gefässbündel besitzt, tritt scharf hervor, rechts und links oder mitten über derselben finden wir grosse Gelenkzellen, der übrigen glatten Lamina fehlen meist die Gelenkzellen, daher einfaches Zusammenfalten dieser Blätter.

a) mit grösseren Hohlräumen.

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Lygeum Spartum *Loefl.*	Paniceen	♃
Sesleria elongata *Host.*	Seslerieae	♃
Dactylis glomerata *L.*	Eufestuceae	♃
Poa pratensis *L.*	„	♃
Poa nemoralis *L.*	„	♃
Poa sudetica *Haenke*	„	♃
Glyceria spectabilis *M. u. K.*	„	♃

b) ohne wesentliche Hohlräume.

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Avena flavescens *Beauv.*	Euaveneae	♃
Lamarckia aurea *Moench*	Seslerieae	☉
Glyceria maritima *M. u. K.*	Eufestuceae	♃
Poa alpina *L.*	„	♃
Poa caesia *Smith*	„	♃
Poa compressa *L.*	„	♃
Nardurus Lachenalii *Koch*	„	☉

3. Klasse. (Figur 6, 7, 8.)

Die Mittelrippe tritt zurück, dafür rinnige Vertiefung der Oberseite. Ueberwiegen des Chlorophyllparenchyms über die mechanischen Elemente, die Epidermiszellen meist mit grossem Lumen und dünnen Wänden.

a) Jedes Prisma zeigt ein Gefässbündel. (Fig. 6.)

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Cornucopiae cucullatum *L.*	Phalarideae	⊙
Alopecurus geniculatus *L.*	„	♃
Alopecurus pratensis *L.*	„	♃
Alopecurus nigricans *Hornem.*	„	♃
Chaeturus fasciculatus *Link*	Euagrosteae	⊙
Holcus mollis *L.*	Euaveneae	♃
Gaudinia fragilis *Beauv.*	„	⊙
Koeleria setacea *D. C.*	Eragrosteae	♃
Koeleria glauca *D. C.*	„	♃
Lolium temulentum *L.*	Triticeae	⊙
Lepturus incurvatus *Trin.*	Leptureae	⊙
Lepturus filiformis *Trin.*	„	♃
Psilurus nardoides *Trin.*	„	⊙

b) Jedes Prisma zeigt mehrere Gefässbündel. (Fig. 7 und 8.)

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Agrostis canina *L.*	Euagrosteae	4
Aira elegans *Willd.*	Aireae	⊙
Aira bottnica *Wahlnbg.*	„	4
Deschampsia caespitosa *Beauv.*	Euaveneae	4

3. Gruppe. Bambusen. (Figuren 18, 21, 22.)

Verbreitung.

In Wald und Savanen des Indischen Monsungebietes, China und Japan, auf den kurilischen Inseln bis 46° n. Br., in Amerika

von der nördlichen Polargrenze bis zum 35—44° s. Br., in Chile, in Australien seltner, auch in Africa weniger häufig.

Typus und Bau der Blätter.

Im Allgemeinen gleichen die Bambusenblätter bezüglich des anatomischen Baues denjenigen der Wiesengräser und lehnen sich insofern enger an diese, denn an die I. Gruppe an, als diese Pflanzen ja auch ihrer Verbreitung nach eine Art vermittelnder Stellung zwischen beiden einnehmen. Charakteristisch für die Bambusenblätter ist einmel die stark verdickte und mit leistenartigen Fortsätzen versehene Epidermis, deren Zellen bedeutende Verzahnung der Seitenwände aufweisen, ferner die mehr oder weniger deutlich hervortretenden elliptischen Hohlräume im Parenchym und das Vorhandensein von sehr wenig farblosem Wassergewebe. Die Gefässbündelreihen sind durch besonders starke und zahlreiche Anastomosen verbunden. Die Mittelrippe besteht aus Bastelementen, in welchen sich oft mehrere Gefässbündel eingebettet finden. Dieses energischere Auftreten des mechanischen Elements gab Veranlassung, die Bambusen an dieser Stelle einzuschalten.

Name,	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Bambusa mitis *Poir.*	Eubambuseae	♃
Bambusa arundinacea *Willd.*	„	♃
Nastus barbatus *Trin.*	„	♃
Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.*	Arundinarieae	♃
Arundinaria falcata *Nees.*	„	♃
Arundinaria macrosperma *Mich.*	„	♃
Ludolfia glaucescens *Willd.*	„	♃

4. Gruppe. Steppengräser.

Verbreitung.

Theile des Mittelmeergebietes, asiatische Steppen, Sahara, Kalahari zum Theil, Australien zum Theil, nordamerikanische Prärieſteppen, südamerikanisches Anden- und Pampasgebiet zum Theil, trockne Gegenden Europas und stellenweise das arktische Gebiet.

Typus und Bau der Blätter.

Die allgemeine Gestalt der Blätter schliesst sich an die letzte Klasse der II. Gruppe an, indem hier grösstentheils die rinnig vertiefte Form auftritt. Daneben Verschwinden der ausgeprägten Mittelrippe und Lagerung des Chlorophyllparenchyms an den Seiten der Prismen bei den rinnig vertieften Organen. Durch ihre reichlichen mechanischen Elemente reihen sie sich an die Bambusen an. An der Unterseite des Blattes läuft häufig ein mehrreihiges Bastband, desgleichen finden sich viele Lagen von Bastzellen an der Oberseite der Prismen, in welchen nicht selten mehrere Gefässbündelstränge und reichlich farbloses Parenchym auftreten. Die stark verdickten Epidermiszellen sind an den Längsseiten scharf gewellt, daneben reichliche Trichombildung, besonders auf der Oberseite.

1. Klasse. (Figur 3.)

Glatte Form; die Unterseite hat starke Bastbänder, oben reiche Trichombildung.

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Festuca glauca *Schrad.*	Eufestuceae	4
Festuca ovina *L.*	„	4

(2. Klasse. Figuren 10 und 15.)

Nur rinnig vertiefte Blätter mit viel Bastelementen an der Ober- und Unterseite.

Name.	Nach B. u. H. gehörig zu	Veg. Dauer.
Aristida pungens *Desf.*	Stipeae	4
Stipa capillata *L.*	„	4
Macrochloa tenacissima *Kth.*	„	4
Lasiagrostis splendens *Kth.*	„	—
Psamma arenaria *R. et S.*	Euagrosteae	4
Vilfa capensis *Beauv.*	Sporoboleae	4
Triodia decumbens *Beauv.*	Triodieae	4
Elymus arenarius *L.*	Elymeae	4
Nardus stricta *L.*	Leptureae	4

Aus der ganzen Gruppirung zeigt sich der bereits angedeutete Unterschied, welcher gegenüber der Anordnung von Bentham und Hooker bestehen musste, sehr auffällig, am frappantesten unter Anderem bei den Stipeen, wenn wir etwa Stipa (IV, 2) mit Milium (II, 1) vergleichen, oder bei den Euagrosteen, wo Cinna zu II, 1, Psamma zu IV, 2 gehören. Trotzdem ist eine höhere Einheit bei den Blättern der Gramineen von Series A bei *Benthan* und *Hooker* gegenüber der Series B nicht zu verkennen und dürften im Ganzen Gruppe I für erstere, die Gruppen II, III und IV für letztere als Gesammttypus passen. Hiermit sei gleich noch darauf hingewiesen, dass die Gruppen II—IV enger zusammengehören und in ihrer Gesammtheit der Gruppe I gegenüberstehen.

Zum Schluss mögen folgende allgemeinere Sätze, die sich aus den Untersuchungen ergeben, hier Ausdruck finden.

1. Die Quantität und Qualität der einzelnen Gewebearten der Grasblätter stehen im Verhältniss zur Vegetationsdauer der betreffenden Pflanze, zu dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens und der Atmosphäre,

sowie der Beleuchtungsintensität. Nimmt die letztere zu und ersterer zugleich ab, so finden wir ein Ueberwiegen der festeren mechanischen Gewebe, während im umgekehrten Falle Lockerung und weitere Ausbreitung des Parenchyms eintritt.

2. Das Niveau der Oberfläche der Grasblätter zeigt sich um so unebener, je mehr die mechanischen Elemente überwiegen. Man darf jedoch daraus nicht folgern, dass ein rinnig vertieftes Blatt auch immer reichliche Bastbündel besitzen müsse.

3. Die Ausbildung der Mittelrippe pflegt dort abzunehmen, wo die rinnige Vertiefung der Oberfläche zunimmt, was eine Vergleichung der Typen Gruppe I und IV bestätigt.

Zum Schlusse sei mir gestattet, meinen hochverehrten Lehrern Herrn Geh. Hofrath Prof. Dr. Schenk, sowie Herrn Dr. phil. Ambronn für die liebenswürdige Unterstützung bei meinen Untersuchungen den aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Figuren.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt eines Blattes von Panicum virgatum *L.*, (V = 30).
Fig. 2. Querschnitt eines Blattes von Panicum capillare *L.*, (V = 128).
Fig. 3. desgl. von Festuca glauca *Schrad.* (V = 30).
Fig. 4. Theil eines Querschnittes der Mittelrippe von Saccharum officinarum *L.* (V = 30).
Fig. 5. Querschnitt der Mittelrippe eines Blattes von Leersia virginica *Willd.* (V = 128).
Fig. 6. Querschnitt eines Blattes von Chaeturus fasciculatus *Link* (V = 30).
Fig. 7. Desgl. von Deschampsia caespitosa *Beauv.* (V = 128).
Fig. 8. Desgl. von Agrostis canina *L.* (V = 30).
Fig. 9. Desgl. von Cynodon dactylon *L.* (V = 30).
Fig. 10. Desgl. von Triodia decumbens *Beauv.* (V = 74).
Fig. 11. Desgl. von Phleum pratense *L.* (V = 30).
Fig. 12. Desgl. von Poa sudetica *Haenke* (V = 30).
Fig. 13. Querschnitt der Mittelrippe desselben Blattes (V = 128).
Fig. 14. Querschnitt eines Blattes von Holcus lanatus *L.* (V = 30).
Fig. 15. Desgl. von Stipa capillata *L.* (V = 74).
Fig. 16. Theil eines Querschnittes eines Blattes von Lygeum Spartum *Loefl.* (V = 74).
Fig. 17. Desgl. von Gynerium argenteum *N. v. E.* (V = 30).

Tafel II.

Fig. 18. Desgl. von Bambusa arundinacea *Willd.* (V = 128).
Fig. 19. Querschnitt des Blattrandes von Molinia coerulea *Moench* (V = 225).

Fig. 20. Ueberwölbte Athemhöhle des Blattes von Elymus canadensis. (V = 240). Copirt nach Haberlandt.
Fig. 21. Querschnitt eines Blattes von Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.* (V = 74).
Fig. 22. Flächenschnitt der Epidermis eines Blattes von Arundinaria falcata *N. v. E.* (V = 74).
Fig. 23. Desgl. von Dactylis glomerata *L.* (V. = 128).
Fig. 24. Blattrand von Oplismenus Crus galli *Kth.* (V = 128).
Fig. 25. Flächenschnitt der Epidermis eines Blattes von Holcus lanatus *L.* (V = 128).
Fig. 26. Desgl. von Festuca glauca *Schrad.* (V = 128).
Fig. 27. Flächeninhalt eines Blattes von Digraphis arundinacea *Trin.* (V = 305).
Fig. 28. Querschnitt eines Blattes von Sesleria elongata *Host.* (V = 192).
Fig. 29. Desgl. von Briza media *L.* (V = 192).
Fig. 30. Flächenschnitt eines Blattes von Phleum pratense *L.* (V = 128).
Fig. 31. Querschnitt der Mittelrippe des Blattes von Oryza sativa L. (V = 72).
Fig. 32. Blattspitze von Panicum clandestinum *L.* (V = 7).
Fig. 33. Flächenschnitt der Blattepidermis von Phyllostachys bambusoides *Sieb. Zucc.* (V = 305).
Fig. 34. Querschnitt eines Blattes von Bambusa Simonii (V = 270). Copirt nach Haberlandt.

In den folgenden Figuren sind die Bastelemente mit schrägen Linien bezeichnet, die chlorophyllführenden Zellen, soweit sie ausgeführt sind, punktirt dargestellt. In den schematischen Zeichnungen bedeutet E = Epidermis, C = Chlorophyllführendes Parenchym. Die Stellen der Gefässbündel sind durch Kreise oder Ellypsen markirt.

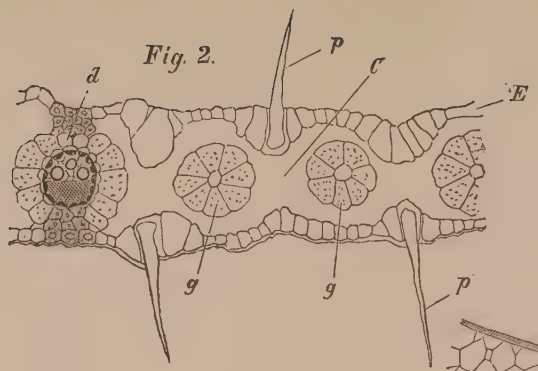
VITA.

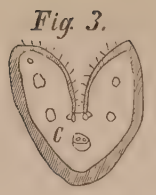
Geboren wurde ich, Heinrich Edmund Max Güntz, zu Thonberg bei Leipzig am 4. März 1861 als zweiter Sohn des Herrn Dr. med Theobald Güntz, Direktors der Heil- und Pflegeanstalt in Thonberg. Meinen ersten Unterricht erhielt ich in der 1. Bürgerschule zu Leipzig, in welcher ich von Ostern 1867 bis Pfingsten 1869 die Elementarklassen besuchte; darauf in der Erziehungsanstalt Keilhau bei Rudolstadt in Thüringen, woselbst unter der trefflichen Leitung des längst verstorbenen Herrn Edukationsrathes Dr. Barop für meine weitere geistige wie körperliche Ausbildung gesorgt wurde. Zu Ostern 1875 siedelte ich von diesem Institute auf das Fürstliche Gymnasium zu Rudolstadt über, und wurde in die Unter-Tertia aufgenommen. Als ich dasselbe Ostern 1881 nach bestandener Maturitätsprüfung verlassen, bezog ich die Universität Leipzig, um mich dem Studium der Theologie zu widmen. Bereits nach zwei Semestern musste ich aber aus Gesundheitsrücksichten meine Studien unterbrechen. Als ich mich daher zur Erholung einige Wochen auf dem Rittergute Wallichen bei Erfurt aufgehalten und hier Lust und Liebe zum landwirthschaftlichen Berufe gefunden, beschloss ich, auf Anrathen meiner Eltern, mich demselben ganz zu widmen. Nach einer zweijährigen praktischen Lehrzeit auf dem Rittergute Dahlen unter Leitung des Herrn Inspector Hennig und einer kurzen Volontärstellung auf der Domäne Sliwno in Posen, kehrte ich zu Beginn des Sommersemesters 1884 zur Universität Leipzig zurück, um mich hier

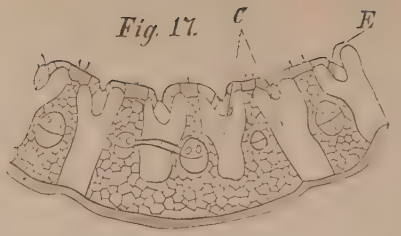
auch theoretisch und wissenschaftlich für den landwirthschaftlichen Beruf vorzubereiten. Während meines theologischen Studienjahres hörte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Docenten: Biedermann, Delitzsch, Fricke, Kahnis, Ryssel, V. Schultze, W. Schmidt, Seydel, Strümpell und in den folgenden Semestern die Collegia der Herren Professoren und Docenten: Ambronn, Birnbaum, Blomeyer, Carus, Knop, Leuckart, Roscher, Sachsse, Schenk, Settegast, Stohmann und Zürn. Auch arbeitete ich im botanischen und chemischen Laboratorium. Meinen hochverehrten Herren Lehrern den ehrerbietigsten Dank auszusprechen, sei mir aber auch an dieser Stelle gestattet.

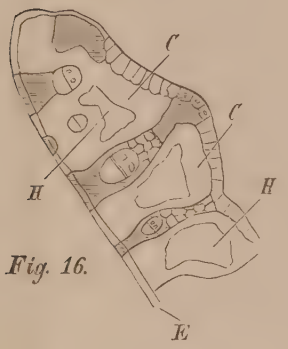
auch theoretisch und wissenschaftlich für den landwirthschaftlichen Beruf vorzubereiten. Während meines theologischen Studienjahres hörte ich die Vorlesungen folgender Herren Professoren und Docenten: Biedermann, Delitzsch, Fricke, Kahnis, Ryssel, V. Schultze, W. Schmidt, Seydel, Strümpell und in den folgenden Semestern die Collegia der Herren Professoren und Docenten: Ambronn, Birnbaum, Blomeyer, Carus, Knop, Leuckart, Roscher, Sachsse, Schenk, Settegast, Stohmann und Zürn. Auch arbeitete ich im botanischen und chemischen Laboratorium. Meinen hochverehrten Herren Lehrern den ehrerbietigsten Dank auszusprechen, sei mir aber auch an dieser Stelle gestattet.

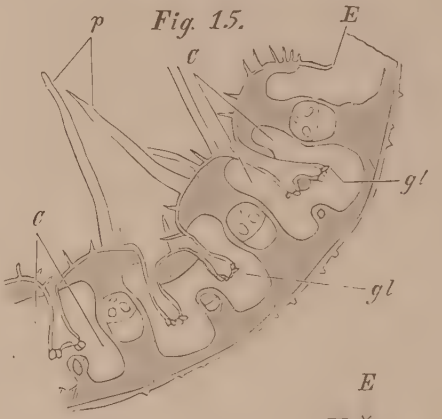
Taf. I.

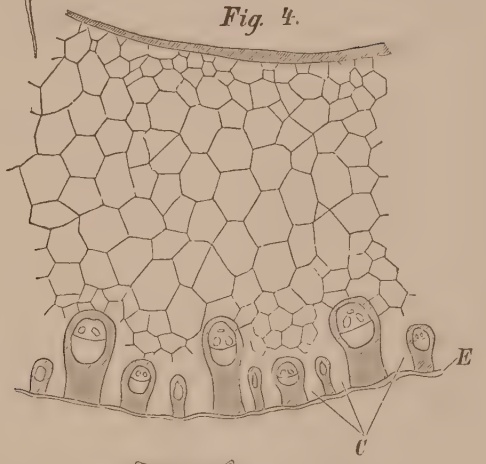


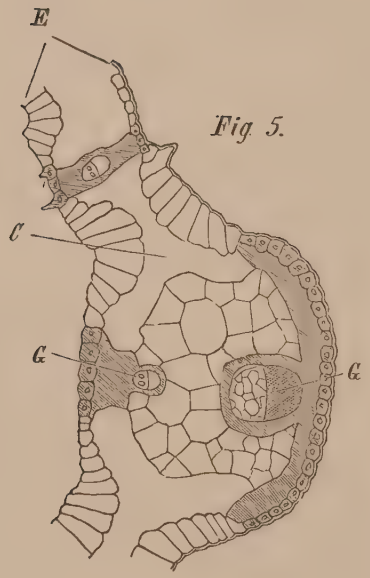


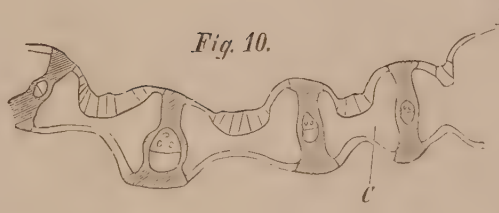


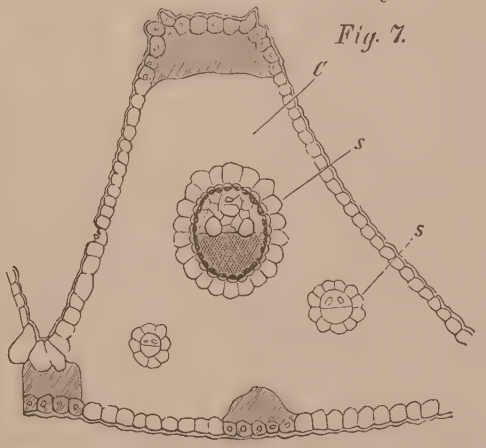


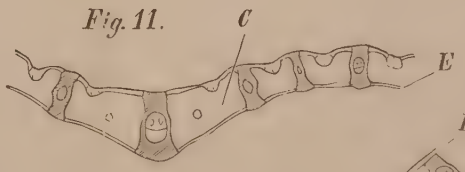


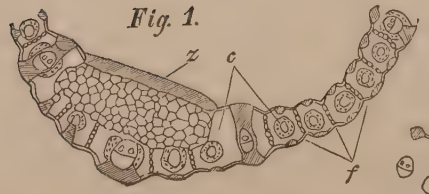


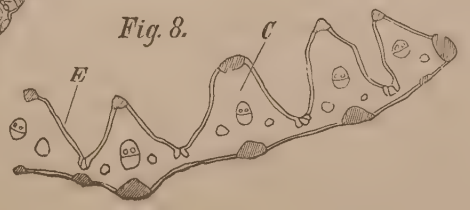


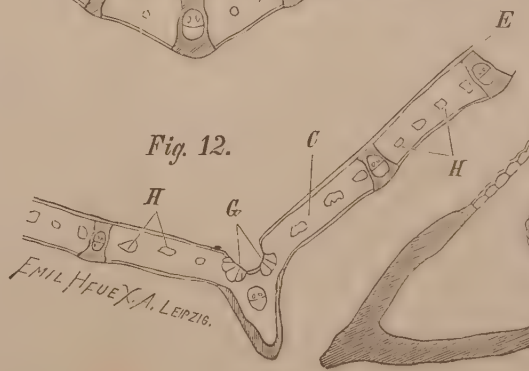


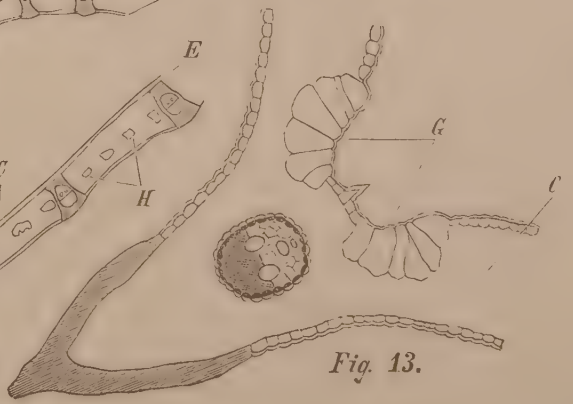












EMIL HUEX, A. LEIPZIG.

Taf. II.

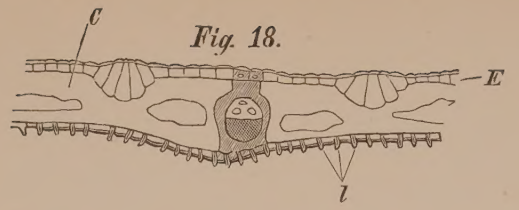


Fig. 18.

Fig. 20.

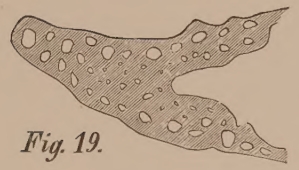


Fig. 19.

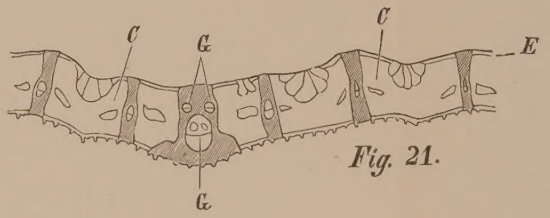


Fig. 21.

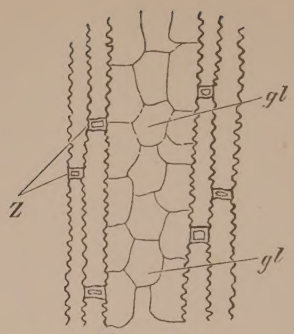


Fig. 33.

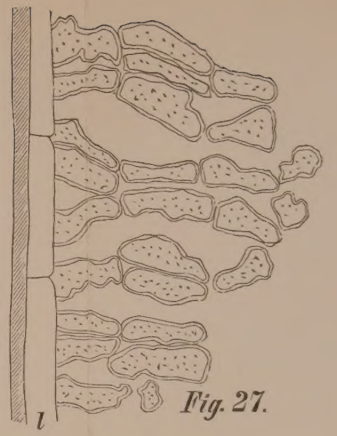


Fig. 27.

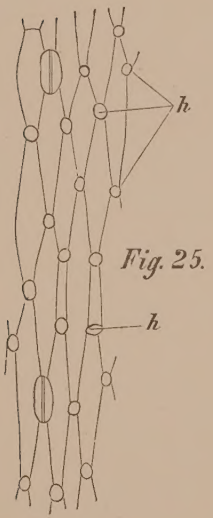


Fig. 25.

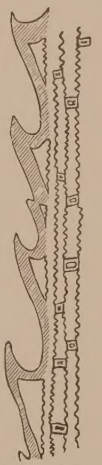


Fig. 24.

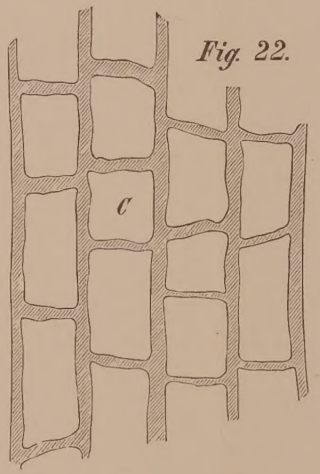


Fig. 22.

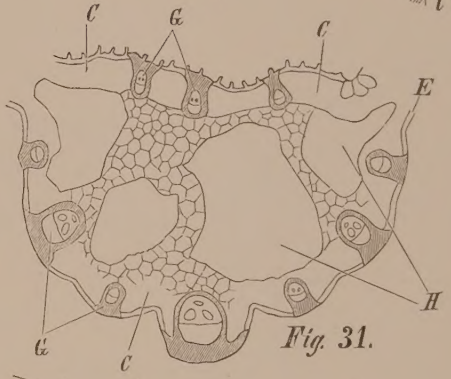


Fig. 31.

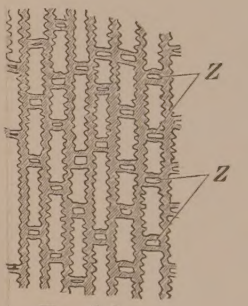


Fig. 26.

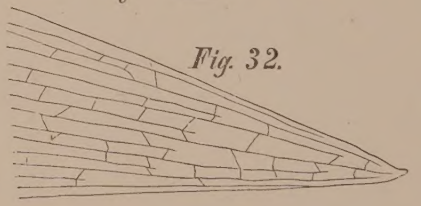


Fig. 32.

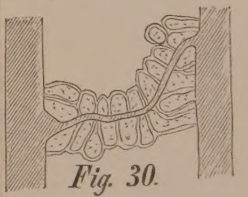


Fig. 30.

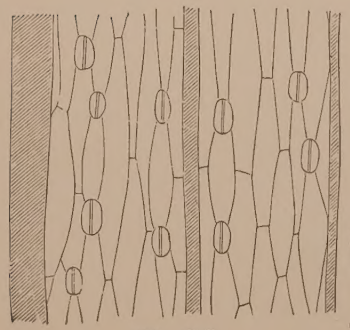


Fig. 23.

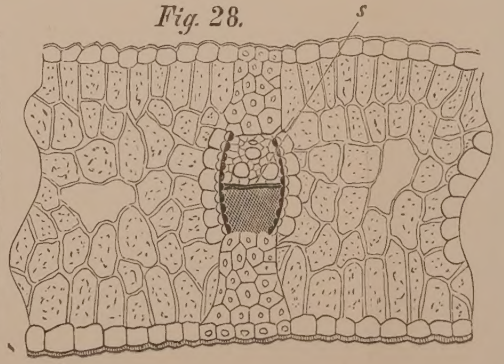


Fig. 28.

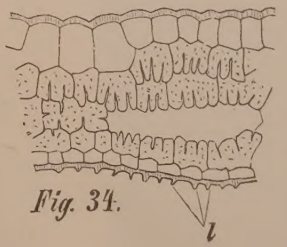


Fig. 34.

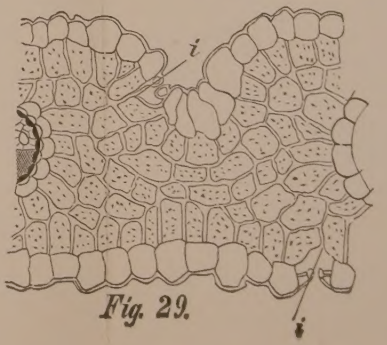


Fig. 29.